

Инженерно-техническое обеспечение технологических процессов в АПК

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент образования, научно-технологической политики и
рыболовства
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского»

**НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТУДЕНТОВ В РЕШЕНИИ
АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ АПК**

Материалы всероссийской научно-практической конференции
(4-5 марта 2021 года)
Том III

УДК 001:63

ББК 40

Н 347

Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: Материалы всероссийской научно-практической конференции: в IV томах. - Молодежный: Изд-во ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 2021. Т. III. - 209 с

Материалы всероссийской научно-практической конференции вошли работы студентов, магистрантов различных регионов России, охватывающие большой спектр научных исследований и включающие предложения по их применению для решения проблем агропромышленного комплекса. В третьем томе рассматривается решение задач, связанных с энергетикой сельскохозяйственных объектов, инженерным обеспечением и техническим сервисом машинно-тракторного парка.

Редакционная коллегия:

Дмитриев Н.Н. – врио ректора Иркутского ГАУ,

Иванько Я.М. - проректор по научной работе Иркутского ГАУ,

Иляшевич Д.И. - председатель совета молодых ученых и студентов Иркутского ГАУ,

Баянова А.А. - зам. декана по научной работе агрономического факультета Иркутского ГАУ,

Мамаева А.И.- зам. директора по научной работе института экономики, управления и прикладной информатики Иркутского ГАУ,

Тарасевич В.Н. - зам. декана по научной работе факультета биотехнологии и ветеринарной медицины Иркутского ГАУ,

Шистеев А.В. - зам. декана по научной работе инженерного факультета, Иркутского ГАУ,

Прудников А.Ю.. - зам. декана по научной работе энергетического факультета Иркутского ГАУ,

Козлова С.А. - зам. директора по научной работе института управления природными ресурсами Иркутского ГАУ.

УДК 621.311.182

КОНСТРУКЦИЯ БИОГАЗОВОГО РЕАКТОРА

Андреев А.Е.

Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина
п. Майский, Белгородский р-он, Белгородская обл., Россия

Для переработки органического сырья в биогаз применяют различные технологии и конструкции биогазовых реакторов. Но общими требованиями для всех являются: обеспечение оптимальных температурных режимов внутри биогазовой смеси и перемешивание сырья. В конструкцию биогазового реактора необходимо включать также устройства для очистки биогаза от нежелательных газовых примесей. Важно также снизить потери теплоты в окружающую среду, что возможно при правильном выборе теплоизоляции корпуса реактора. В статье представлена конструкция биогазового реактора непрерывного действия и результаты расчетов по обеспечению температурных режимов путем использования внутренних источников теплоты и выбора теплоизоляции корпуса реактора.

Ключевые слова: биогазовый реактор, многокамерный, нагревательные элементы, элементы очистки биогаза, температурные режимы.

CONSTRUCTION OF A BIOGAS REACTOR

Andreev A.E.

Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina
Mayskiy, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia

For the processing of organic raw materials into biogas, various technologies and designs of biogas reactors are used. But the general requirements for all are: ensuring optimal temperature conditions inside the biogas mixture and mixing of raw materials. The design of the biogas reactor must also include devices for cleaning biogas from unwanted gas impurities. It is also important to reduce heat losses to the environment, which is possible with the correct choice of thermal insulation of the reactor vessel. The article presents the design of a continuous biogas reactor and the results of calculations to ensure temperature conditions by using internal heat sources and choosing thermal insulation for the reactor vessel

Key words: biogas reactor, multi-chamber, heating elements, biogas purification elements, temperature regimes.

Для переработки органического сырья в биогаз применяют различные технологии и конструкции биогазовых реакторов. Но общими требованиями для всех являются: обеспечение оптимальных температурных режимов внутри биогазовой смеси и перемешивание сырья [1, 2, 3, 4]. В тоже время получаемая при сбраживании газовая смесь, кроме метана может содержать и другие газы, например, сероводород. Следовательно, в саму конструкцию биогазового реактора необходимо включать устройства для очистки биогаза от нежелательных газовых примесей.

Для получения биогаза предлагается разработанная в Белгородском ГАУ конструкция реактора [5], схема которого приведена на рисунке 1. Конструкция биогазового реактора обеспечивает непрерывность процесса и повышает эффективность производства биогаза и органических удобрений

за счет лопастей-мешалок, датчиков температуры которые обеспечивают равномерное распределение твердой фазы субстрата по всему объему реактора, контроль температуры субстрата при сбраживании. Кроме того, биогазовая установка оснащена [6, 7] устройством очистки биогаза для удаления сероводорода.

Технологический результат достигается тем, что биогазовый реактор непрерывной загрузки сырья содержит емкость, разделенную на камеры с устройствами перемешивания, теплоизоляционную защиту, нагревательные элементы и датчики температуры [8, 9]. Емкость биогазового реактора разделена на четыре горизонтальные камеры. Датчики температуры установлены в средней части каждой камеры. В верхней камере по бокам устанавливается два нагревательных элемента, а в остальных камерах в верхней части посередине установлено по одному нагревательному элементу.

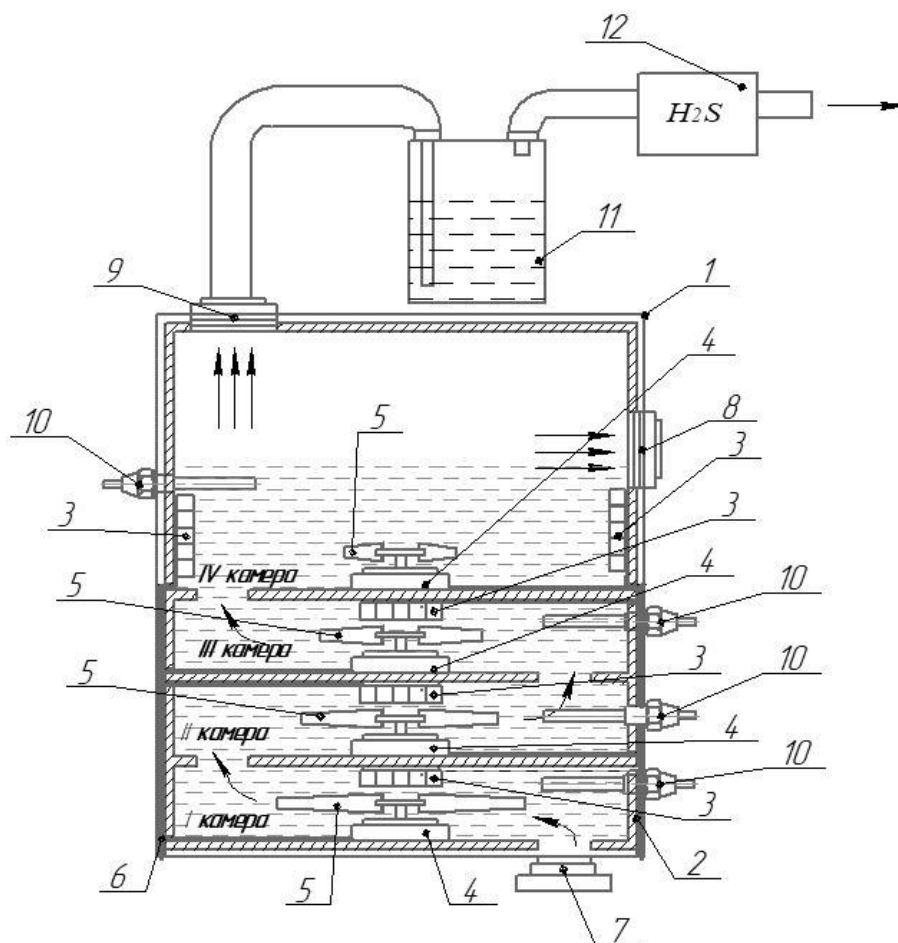


Рисунок 1 – Схема биогазового реактора непрерывной загрузки сырья

Объем верхней камеры реактора равен сумме объемов нижних камер, что обеспечивает непрерывность процесса и повышает эффективность отделения газа от биомассы.

Биогазовый реактор непрерывной загрузки сырья содержит емкость 1, которая разделена на четыре горизонтальные камеры, где нижние I, II и III камеры могут иметь равные объемы, а объем верхней IV камеры равен

сумме объемов нижних камер. Каждая камера оборудована теплоизоляционной защитой 2, нагревательными элементами 3: в I-III камере в верхней части посередине установлены по одному нагревательному элементу 3, в IV камере - два нагревательных элемента 3, установлены по бокам камеры. На дне каждой камеры по центру установлен электропривод 4, на котором закреплены устройства перемешивания, в качестве которых установлены лопасти - мешалки 5. Информационные и силовые кабели, которые проложены в кабельных каналах 6, подключены к нагревательным элементам 3 и электроприводам 4. В емкости 1 выполнены отверстия под компрессоры для обеспечения движения биомассы: в нижней части I камеры отверстие с компрессором 7 для закачивания массы из расходной емкости в реактор; в боковой части IV камеры отверстие с компрессором для откачивания отработанного сырья в емкость удобрений 8; в верхней части IV камеры отверстие с компрессором для откачивания биогаза через гидрозатвор 11 и фильтр H_2S , который заполнен металлическими стружками 12, в газгольдер 9. Также в камерах установлены датчики температур 10.

Технологический процесс производства биогаза в данной конструкции реактора состоит в следующем. Компрессором из нижнего отверстия 7 биомассу подают в емкость 1 после чего она продвигается вверх в другие камеры. В каждой камере обеспечивается перемешивание биомассы лопастями-мешалками 5, приводимыми в движение электроприводом 4. Электропитание привода обеспечивается через силовые кабели, которые установлены в кабельных каналах 6. Нагревательные элементы 3, теплоизоляционная защита 2 и датчики температуры 10 обеспечивают поддержание и контроль температуры в объеме биомассы. В результате происходит сбраживание. По истечению цикла сбраживания, отработанный субстрат откачивают в отверстие для слива отработанного сырья в емкость удобрений 8. Вывод выделенного биогаза осуществляют компрессором через отверстия в верхней части реактора. Далее биогаз под высоким давлением пропускают через гидрозатвор 11 и фильтр H_2S 12 в газгольдер 9. В гидрозатворе вода поглощает углекислый газ из биогаза, затем в фильтре сероводород поглощается металлическими стружками. Уменьшение размеров лопастей-мешалок на поздних стадиях сбраживания способствует интенсивному перемешиванию и разрушению связей между бактериями. Перемешивание субстрата проводят периодически с определенной цикличностью, частотой и интенсивностью. Применение фильтра очистки позволяет удалить из биогаза углекислый газ и сероводород, благодаря чему доля метана в биогазе составляет 94–97%.

Теоретический анализ влияния внутренних источников теплоты и свойств теплоизоляции корпуса биогазового реактора на распределение температурного поля внутри реактора, приведенный в работах [6, 7, 8, 9, 10] на основе общего решения уравнения теплопроводности Фурье [11, 12, 13, 14], позволил оценить распределение температурного поля внутри реактора. Установлено, что необходимая для обеспечения допустимой разницы

температур внутри реактора мощность дополнительных (сторонних) источников теплоты не зависит от радиуса рабочего объема био реактора и определяется такими параметрами, как теплопроводность биомассы и высота био реактора. Необходимая мощность дополнительных (сторонних) источников теплоты практически не зависит от толщины стенки реактора, но существенно зависит от температуры наружной среды вне реактора.

На рисунке 2 приведены характерные расчетные поверхности необходимой мощности дополнительных (сторонних) источников теплоты при изменении толщины кирпичной стенки Δ и наружной температуры воздуха T_c

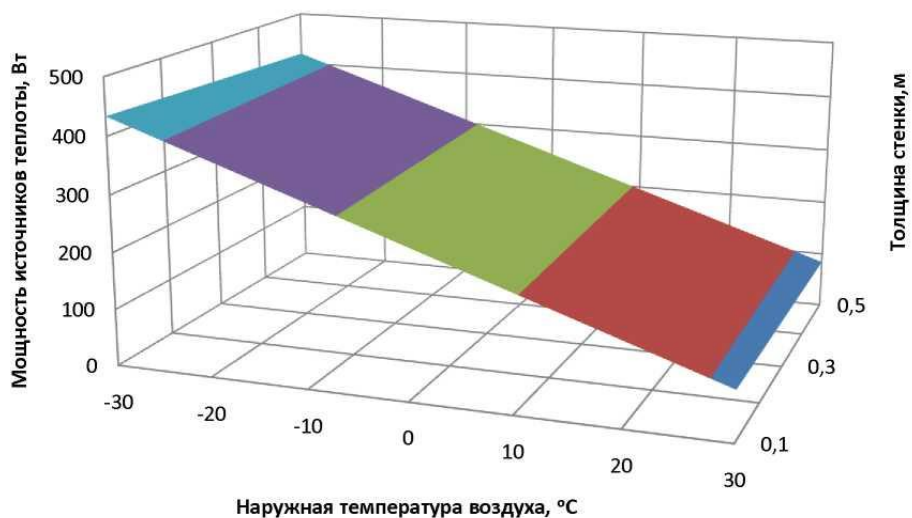


Рисунок 2 - Мощность дополнительных (сторонних) источников теплоты при изменении толщины кирпичной стенки Δ и наружной температуры воздуха T_c

На рисунке 3 приведены характерные расчетные поверхности распределения температурного поля внутри био реактора при изменении толщины кирпичной стенки Δ .

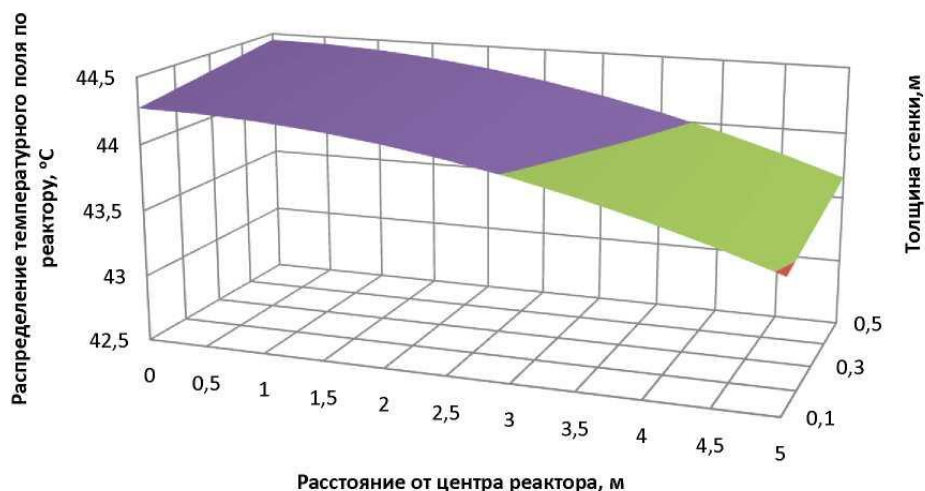


Рисунок 3 – Распределение температурного поля внутри био реактора при изменении толщины кирпичной стенки Δ

На рисунке 4 приведены характерные расчетные поверхности зависимости установленной мощности дополнительных (сторонних) источников теплоты при изменении толщины теплоизоляции (стенки) Δ и наружной температуры воздуха T_c .

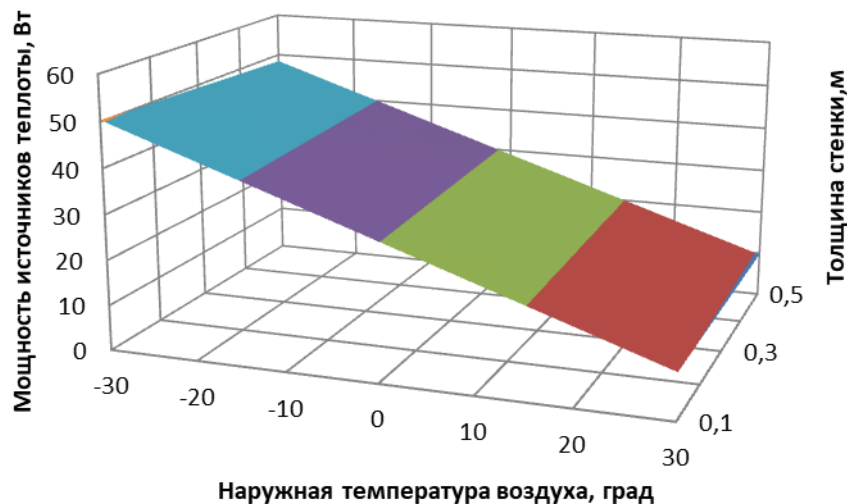


Рисунок 4 - Установленная мощность дополнительных (сторонних) источников теплоты при изменении толщины теплоизоляции (стенки) Δ и наружной температуры воздуха T_c

На рисунке 5 приведены характерные расчетные поверхности зависимости установленной мощности дополнительных (сторонних) источников при изменении коэффициента теплопроводности стенки λ_2 и наружной температуры воздуха T_c .

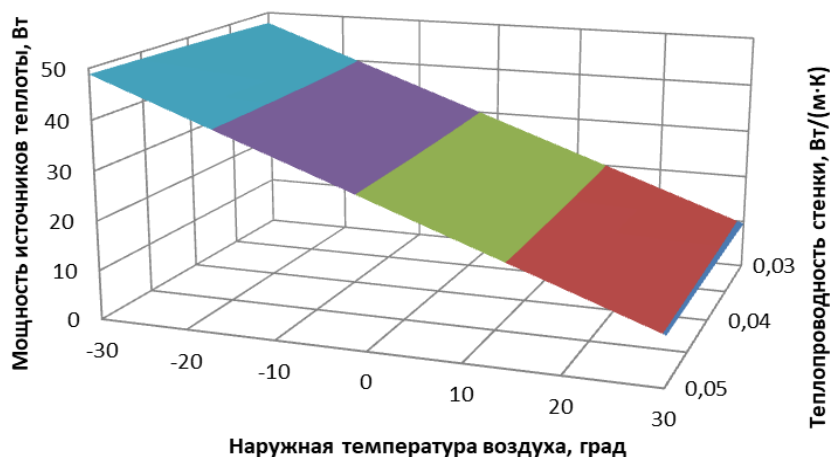


Рисунок 5 - Установленная мощность дополнительных (сторонних) источников теплоты при изменении коэффициента теплопроводности стенки λ_2 и наружной температуры воздуха T_c

На рисунке 6 приведены характерные расчетные поверхности зависимости распределения температурного поля внутри биореактора при изменении толщины теплоизоляции (стенки) Δ .

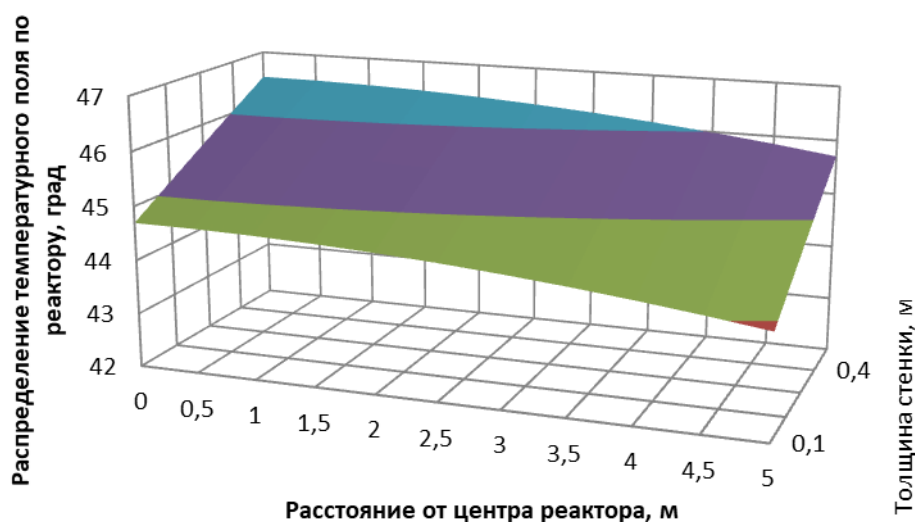


Рисунок 6 – Распределение температурного поля внутри биореактора при изменении толщины теплоизоляции (стенки) Δ

Выводы

Предлагается конструкция биогазового реактора обеспечивающая непрерывность процесса и повышение эффективности производства биогаза и органических удобрений. Технологический результат достигается за счет лопастей-мешалок, датчиков температуры которые обеспечивают равномерное распределение твердой фазы субстрата по всему объему реактора, контроль температуры субстрата при сбраживании. Кроме того, биогазовая установка оснащена устройством очистки биогаза для удаления сероводорода. Поддержание температурного режима при сбраживании и перемешивание субстрата обеспечивают интенсивность газообразования. Применение фильтра очистки позволяет удалить из биогаза углекислый газ и сероводород, благодаря чему доля метана в биогазе составляет 94–97%.

Установлено, что необходимая для обеспечения допустимой разницы температур внутри реактора мощность дополнительных (сторонних) источников теплоты не зависит от радиуса рабочего объема биореактора и определяется такими параметрами, как теплопроводность биомассы и высота биореактора. Необходимая мощность дополнительных (сторонних) источников теплоты практически не зависит от толщины стенки реактора, но существенно зависит от температуры наружной среды вне реактора.

Список литературы

1. Вендин С.В. Автоматизация механических и тепловых процессов в многокамерном биогазовом реакторе непрерывной загрузки сырья / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения

высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина.- №4 (74), 2016.- С.55-60.

2. Вендин С.В. Анализ свойств теплоизоляционных материалов для условий нестационарной теплопередачи / С.В. Вендин, Ю.Н. Ульянов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 4 (24). С. 30 – 36.

3. Вендин С.В. К выбору теплоизоляции для корпуса биогазового реактора с учетом дополнительного подогрева сырья / Вендин С.В., Мамонтов А.Ю., Ульянов Ю.Н. // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 2 (26). С. 16 – 26.

4. Вендин С.В. К выбору теплоизоляции для условий нестационарного теплообмена / С.В. Вендин, Ю.Н. Ульянов, А.М. Лукьянченко // Эпоха науки. 2020. №23. С.12-17.

5. Вендин С.В. К расчету нестационарной теплопроводности в многослойных объектах при граничных условиях третьего рода / С.В. Вендин // ИФЖ.- Т.65, №8.,1993.- С.249-251.

6. Вендин С.В. К решению задач нестационарной теплопроводности в слоистых средах / С.В. Вендин, И.А. Щербинин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им.В.Г. Шухова.- №3, 2016.- С.96-99.

7. Вендин С.В. Обоснование параметров терморегуляции и перемешивания при анаэробном сбраживании / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов // Сельский механизатор. – №7, 2016. – С. 20-22.

8. Вендин С.В. Оценка величины мощности дополнительных источников теплоты для биогазового реактора / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. –№1(25), 2020. - С. 76-84.

9. Вендин С.В. Программа расчета геометрических и конструкционных параметров биогазового реактора / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов, А.В. Каплин // Промышленная энергетика. –№3, 2017. - С. 51-55.

10. Вендин С.В. Расчет мощности дополнительных источников теплоты для подогрева биомассы в биогазовом реакторе / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им.В.Г. Шухова.- №7, 2017.- С.97-99.

11. Вендин С.В. Электрооборудование биогазового реактора / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов // Сельский механизатор. –№5, 2017. - С. 26-27.

12. Патент РФ [195 674](#) Биогазовый реактор непрерывной загрузки сырья: патент РФ № 195 674: МПК C02F11/04 / Вендин С.В, Мамонтов А.Ю., Андреев А.Е. (RU) - №2019137688, 21.11.2019. Опубл. 03.02.2020.

13. Vendin S.V. Calculation of nonstationary heat conduction in multilayer objects with boundary conditions of the third kind / S.V. Vendin // [Journal of Engineering Physics and Thermophysics](#).- Т. 65. № 2, 1993.- С. 823-825.

14. Vendin S.V. On the Solution of Problems of Transient Heat Conduction in Layered Media / S.V. Vendin // [International Journal of Environmental and Science Education](#). - Т. 11.№18, 2016.-С. 12253-12258.

References

1. Vendin S.V., Mamontov A.Yu. Automation of mechanical and thermal processes in a multi-chamber biogas reactor for continuous loading of raw materials. Bulletin of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Moscow State Agroengineering University V.P. Goryachkina. 2016, no. 4 (74), pp. 55-60.

2. Vendin S.V., Ulyantsev Yu.N. Analysis of the properties of thermal insulation materials for conditions of non-stationary heat transfer. Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2019, no 4 (24), pp. 30-36.

3. Vendin S.V., Mamontov A.Yu., Ulyantsev Yu.N. On the choice of thermal insulation for

a biogas reactor vessel taking into account additional heating of raw materials. Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2020, no 2 (26) pp. 16-26.

4. *Vendin S.V., Ulyantsev Yu.N., Lukyanchenko A.M.* To the choice of thermal insulation for conditions of non-stationary heat exchange. The Age of Science. 2020, no 23 pp. 12-17.

5. *Vendin S.V.* To the calculation of non-stationary thermal conductivity in multilayer objects under boundary conditions of the third kind. IFZh, 1993, T.65, no 8. pp 249-251.

6. *Vendin S.V., Shcherbinin I.A.* To the solution of problems of non-stationary heat conduction in layered media. Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 2016, no 3. pp 96-99.

7. *Vendin S.V., Mamontov A. Yu.* Substantiation of the parameters of thermoregulation and mixing during anaerobic fermentation. Rural mechanic. 2016, no 7, pp. 20-22.

8. *Vendin S.V., Mamontov A.Yu.* Estimation of the power value of additional heat sources for a biogas reactor. Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects 2020, no 1 (25), pp. 76-84.

9. *Vendin S.V., Mamontov A.Yu., Kaplin A.V.* Program for calculating the geometric and design parameters of a biogas reactor. Industrial Energy 2017, no. 3 pp. 51-55.

10. *Vendin S.V., Mamontov A.Yu.* Calculation of the power of additional heat sources for heating biomass in a biogas reactor. Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 2017. no 7. pp.97-99.

11. *Vendin S.V., Mamontov A.Yu.* Electrical equipment of the biogas reactor. Rural mechanic. 2017, no 5, pp. 26-27.

12. 195 674 Biogas reactor for continuous feedstock feed: RF patent. no. 195 674: MPK C02F11 / 04 / *Vendin S.V., Mamontov A.Yu., Andreev A.E.* (RU), no 2019137688, 21.11.2019.

Сведения об авторе

Андреев Артем Евгеньевич – студент 43 Эл инженерного факультета Белгородского ГАУ (ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, tel. +7 74722 39-11-36, e-mail: elapk@mail.ru).

Information about the author

Andreev Artem Evgenievich - student 43 El of the Faculty of Engineering, Belgorod State Agrarian University (Vavilova str., 1, Maisky, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +7 74722 39-11-36, e-mail: elapk@mail.ru).

УДК 621.649:621.225:62-82

ВОДОПОДЪЕМНИКИ С ПРИВОДОМ ОТ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Брохоцкая Е.М., Пальвинский В.В., Ильин С.Н.

Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

К возобновляемым источникам энергии относятся солнечная энергия, геотермальное тепло Земли, гравитационная энергия Луны. Данные виды энергии могут преобразовываться естественным образом в энергию: ветра, воды, биомассы, температуру. Большое количество рек дает огромный потенциал для их освоения, в том числе для привода водоподъемных устройств различной конструкции. Установлено, что низко потенциальную энергию можно использовать для привода гидравлического двигателя насоса (ГДН). Недостатки ГДН в виде пульсирующей подачи можно устранить за счет дуплексного исполнения установки, что обеспечит увеличение его производительности. Для этого необходимо согласовать равную продолжительность рабочего и холостого ходов.

Ключевые слова: водоподъемник, гидравлический двигатель-насос, возобновляемая энергия.

RENEWABLE WATER LIFTS

Brohotckaia E.M., Palvinskiy V.V., Ilin S.N.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

Renewable energy sources include solar energy, geothermal heat from the Earth, and the gravitational energy of the Moon. These types of energy can be converted naturally into energy: wind, water, biomass, temperature. A large number of rivers provides a huge potential for their development, including for driving water-lifting devices of various designs. It has been found that low potential energy can be used to drive a hydraulic pump motor (HMP). The disadvantages of the GDN in the form of a pulsating feed can be eliminated due to the duplex design of the installation, which will ensure an increase in its productivity. For this, it is necessary to agree on the equal duration of the working and idle strokes.

Key words: water lift, hydraulic engine-pump, renewable energy.

В современном мире преобладает тенденция на переход на возобновляемые источники энергии (ВИЭ). К таким источникам относятся: солнечная энергия, геотермальное тепло Земли, гравитационная энергия Луны. Данные виды энергии могут преобразовываться, естественным образом, в энергию: ветра, воды, биомассы, температуру. Данная энергия может быть направлена для получения электрической и тепловой энергии, а также привода различных устройств [1, 2, 3]. Наша страна отличается большой территорией со сложной доступностью отдельных мест и резко континентальным климатом. В данных условиях автономные источники энергии дают неоспоримое преимущество в относительной простоте установки и ремонта. Однако, использование энергии солнца и ветра, имеет свои особенности, обусловленные климатом, а энергия земли не подходит

для поставленной задачи. Зато, большое количество рек дает огромный потенциал для их освоения.

На планете, под влиянием солнца, происходит постоянный круговорот воды. Человечество с древних времен использует энергию водных потоков для своих нужд, в том числе для привода водоподъемных устройств различной конструкции. На рисунке 1 представлены такие водоподъемники [1].



Рисунок 1 – **Водоподъемники с приводом от ВИЭ**

Ротационный водоподъемник (рисунок 2) работает от набегающего потока, который давит на лопасти 3, чем приводит вал 2 во вращение. Попеременно сообщаясь с водой и воздухом оголовков спиральной трубы, из-за ее вращения продвигает содержимое в воздушный колпак 6.

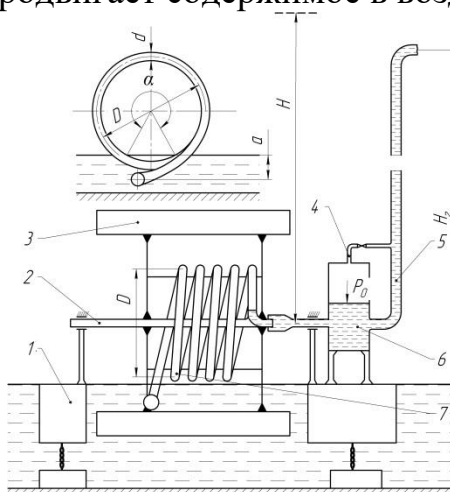


Рисунок 2 – **Схема ротационного водоподъемника**

Воздушное давление в конце спиральной трубы зависит от ее диаметра и числа витков. В колпаке вода отделяется от сжатого воздуха и вжимается в трубу 5 под его же давлением. Для увеличения высоты подъема, сжатый воздух перепускается по трубе 4 в водо-воздушную трубу 5, работающую как

эрлифт, и образует водо-воздушную смесь. Устанавливается непосредственно в воде на понтонах 1.

Воздушный водоподъемник – эрлифт, с использованием энергии набегающего потока (рисунок 3) является улучшенным вариантом предыдущей модели, за счет повышения КПД. Как и предыдущая конструкция, устанавливается в воде на понтонах 10.

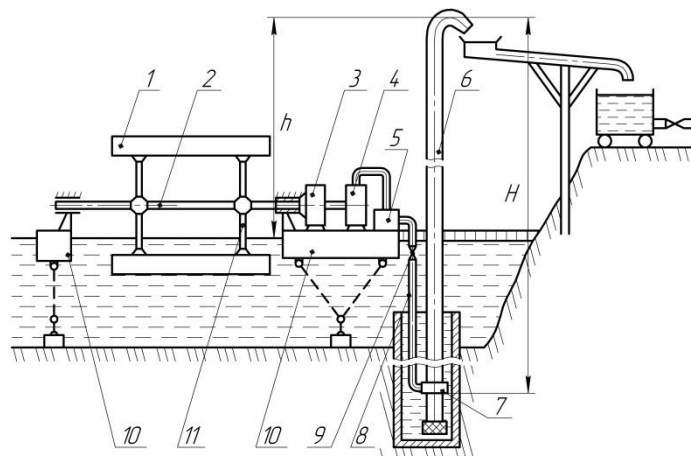


Рисунок 3 – Схема работы воздушного водоподъемника – эрлифта, с использованием энергии набегающего потока

Под воздействием кинетической энергии на водяное колесо 11 с лопастями 1, вал 2 приводится во вращение, передающееся компрессору 4 через редуктор 3. Сжатый воздух проходит через ресивер 5, для очищения от паров масел. После, открытием крана 9, сжатый воздух передается форсунке 7 по шлангу 8. Благодаря данной технологии водовоздушная смесь в нижней части трубы 6 является относительно равномерной, что обеспечивает лучший эрлифт эффект.

Гидростатическая насосная установка (рисунок 4) довольно проста в конструкции и надежна в работе.

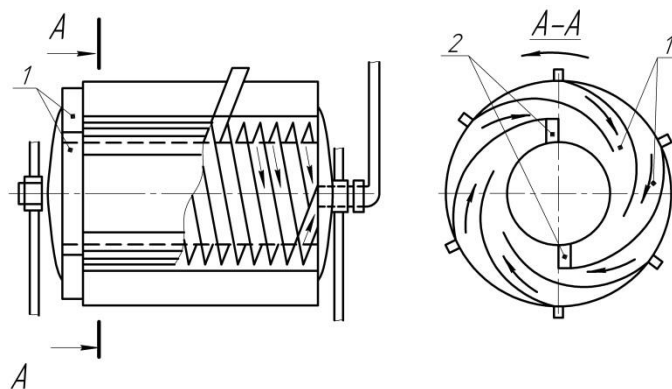


Рисунок 4 – Гидростатическая насосная установка

Гидронасос на четверть погружается в воду. Заборные воронки 4 поочередно нагнетают воду в отверстия шнека 8. С каждым поворотом гидронасоса цикл повторяется.

Гидравлический таран (рисунок 5) работает за счет искусственно сконцентрированной энергии водного потока, так называемого гидравлического удара. Данная конструкция обязана обладать повышенной прочностью. Подача воды ограничивается габаритами пропускной системы [1].

Гидравлический удар происходит в результате резкого падения скорости жидкости и вызывает повышение давления в напорном трубопроводе. При этом кинетическая энергия остановившихся слоев жидкости переходит в потенциальную энергию гидродинамического давления.

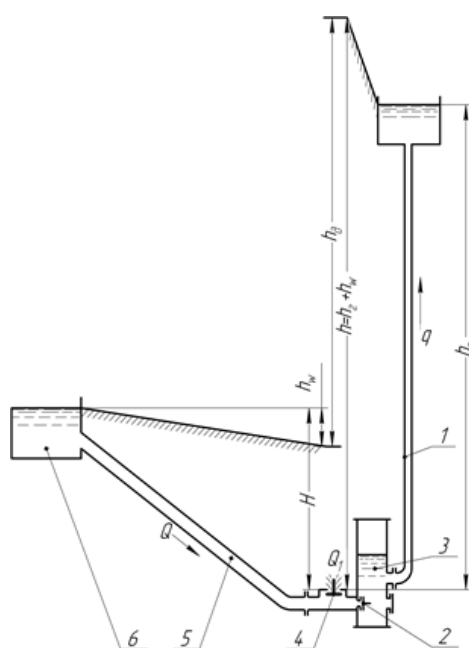


Рисунок 5 – Принципиальная схема гидравлического тарана

Принцип работы заключается в следующем: из питательного бассейна 6 вода, через нагнетательный клапан 2, под напором поднимается в трубопроводе 1. Принудительно открываем ударный клапан 4, через который начинает течь вода, отводимая в русло потока. Когда скорость движения достигает максимума, ударный клапан, под силой давления, производит гидравлический удар – перемещается вверх. Вода поступает в воздушный колпак 3, сжимает воздух и под его давлением уходит в нагнетательный трубопровод и далее в место назначения. Наличие воздуха в колпаке стабилизирует поток. Под действием своего веса, ударный клапан перемещается в исходную позицию и цикл повторяется.

Новейшим из приведенных на рисунке 1 водоподъемников является гидравлический двигатель-насос. На кафедре «Техническое обеспечение АПК» Иркутского ГАУ разработан ряд технических решений данного насоса [7, 8, 9, 10].

Гидравлический двигатель-насос (ГДН) работает за счет подъемной силы Архимеда и является насосом объемного типа (рисунок 6) [8]. Для его работы достаточно плотинного сооружения высотой в 0,5 метров, что, неоспоримо, является преимуществом перед гидравлическими таранами.

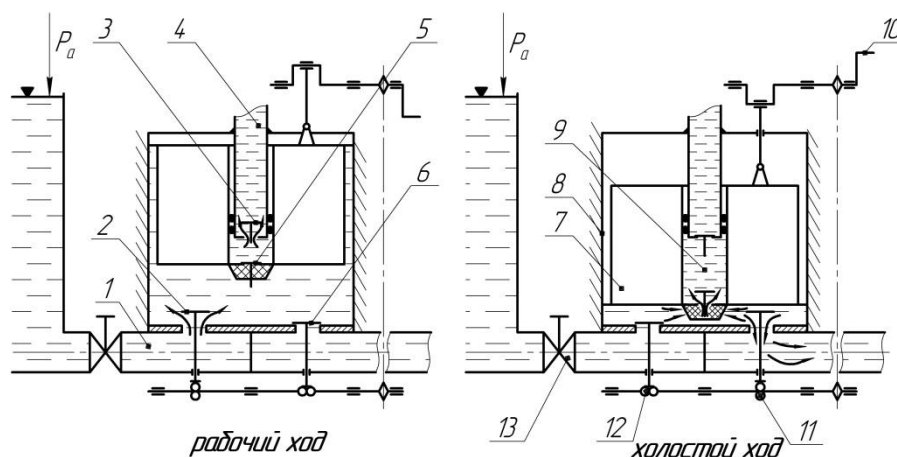


Рисунок 6 – Схема работы ГДН с кулачковым приводом клапанного механизма:

Работает ГДН следующим образом. Поршень 7, при помощи рукоятки 10, приводится в нижнее положение. Впускной клапан 2 открыт, выпускной клапан 6 – закрыт. После открытия задвижки 13, вода под напором по впускному каналу 1 попадает под поршень 7, кольцевой зазор между гильзой 8 и поршнем, рабочую камеру 9. Всасывающий клапан 5 открывается за счет избыточного давления. После открытия напорного клапана 3 вода вытесняется в напорный трубопровод 4. Благодаря профилю кулачков 12, 11 клапаны 2, 6 работают в едином темпе. После достижения поршнем 7 ВМТ выпускной клапан открывается, впускной – закрывается. После опустошения рабочего пространства (достижения поршнем 7 НМТ) цикл повторяется.

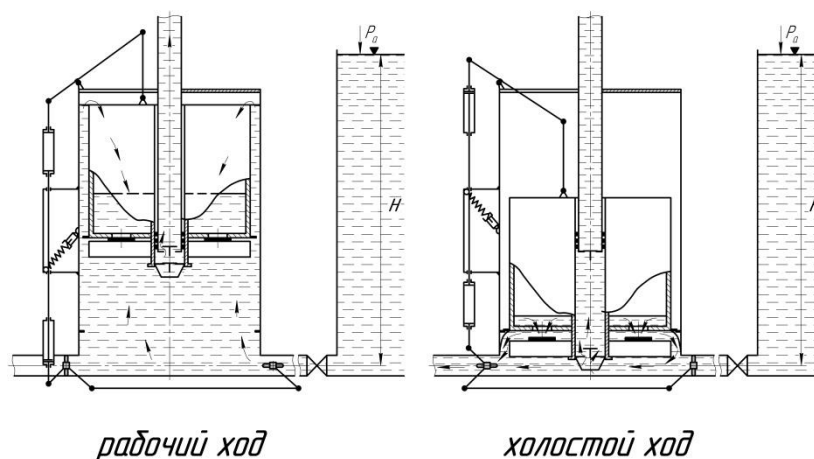


Рисунок 7 – Схема работы водяного насоса с энергосберегающим двигателем

Для работы насоса в рабочей камере избыточное давление должно быть больше давления в нагнетательном трубопроводе с учетом потерь

давления на преодоление местных сопротивлений и сопротивлений по его длине.

Водяной насос с энергосберегающим двигателем (рисунок 7) является модернизацией предыдущего насоса. Принцип их работы идентичен, за исключением механизма управления [7].

Насос с гидравлическим приводом работы клапанов (рисунок 8) обладает преимуществом в виде отсутствия сложной кинематической системы, и как следствие повышение надежности [9]. Однако приходится увеличивать габариты насоса.

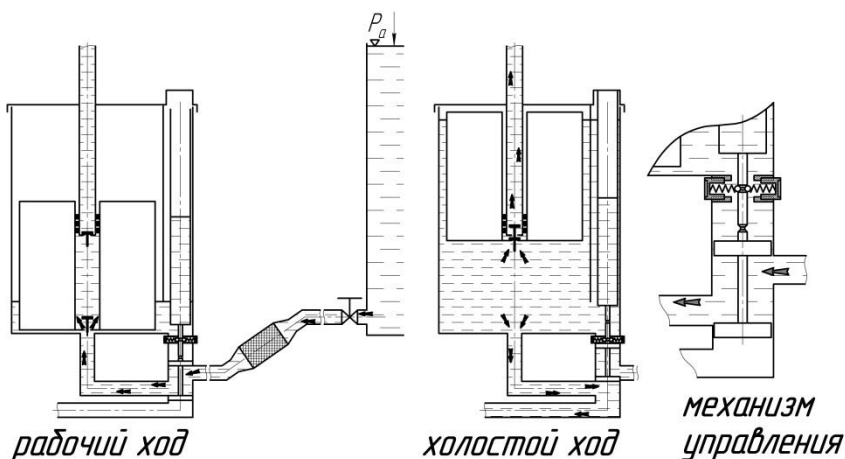


Рисунок 8 – Схема работы насоса с гидравлическим приводом работы клапанов

Также имеется вариант гидравлического двигателя-насоса (рисунок 9) совмещающий преимущества инженерных решений двух вышеуказанных моделей [5, 10].

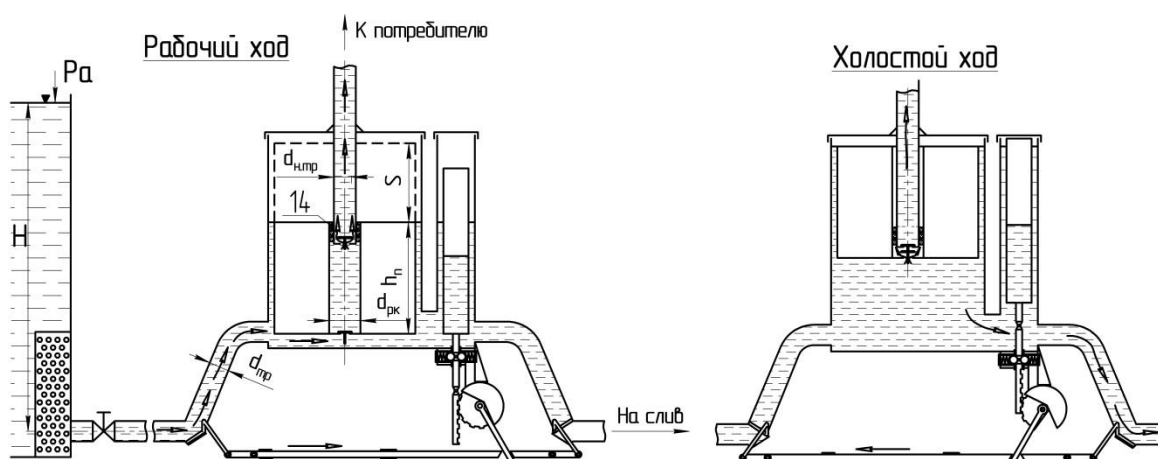


Рисунок 9 – Схема работы ГДН

Особенностью данного решения наряду с решением, представленным на рисунке 7, является устройство механизма управления, которое за счет

наличия перекидных клапанов позволяет легко доукомплектовать установку вторым насосом и обеспечить более высокую производительность и равномерность подачи воды потребителю [4, 6]. Однако при реализации такого решения необходимо обеспечить, чтобы рабочий и холостой ходы ГДН были равны по продолжительности.

Выводы

1. При рассмотрении особенностей работы водоподъемников с приводом от энергии водного потока выявлено существенное преимущество гидравлического двигателя-насоса, состоящее в возможности работать при наличии низко-потенциального источника энергии в виде небольшого плотинного сооружения от 0,5 м. При наличии рек с высокой скоростью потока предпочтительнее будет использование наплавных водоподъемников различной конструкции.

2. Установлено, что разработанные технические решения ГДН, позволяют нивелировать такие недостатки работы насоса как импульсивность подачи, за счет добавления к питающей и выпускной системе установки дополнительного насоса. При этом необходимо обеспечить равные по длительности циклы впуска и выпуска воды из ГДН.

Список литературы:

1. Кузьмин А.Е. Водоподъемники и гидравлические двигатели с энергосберегающим приводом / А. Е. Кузьмин. Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2002. – 142 с.
2. Кузьмин А. Е. Гидравлические двигатели с работой от возобновляемых источников энергии / А.Е. Кузьмин, В.В. Пальвинский // Рациональное природопользование и энергосберегающие технологии в агропромышленном комплексе: сборник докладов международной научно-практической конференции, Иркутск, Россия. – Иркутск: изд-во ИрГСХА, 2010. – Ч.2. – С. 215-222.
3. Кузьмин А.Е. Гидравлический двигатель-насос с приводом от возобновляемого источника открытых водных потоков / А.Е. Кузьмин, В.В. Пальвинский // Технология и средства механизации в АПК: сборник науч. тр., Улан-Удэ, Россия. – Улан-Удэ: Изд. ВСГТУ, 2010. – Вып. 6. – С. 123-126.
4. Кузьмин А.Е. Индикаторная диаграмма гидравлического двигателя-насоса / А.Е. Кузьмин, В.В. Пальвинский // Вестник БГСХА им. В.Р. Филиппова – 2012. –№2 (27). – С. 68-71.
5. Пальвинский В.В. Обоснование параметров и режимов функционирования гидравлического двигателя-насоса для сельскохозяйственного водоснабжения/ В.В. Пальвинский// автореферат дис. ... кандидата технических наук / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2013. – 18 с.
6. Пальвинский В.В. Характеристика гидравлического двигателя-насоса / В.В. Пальвинский //Техника и технологии инженерного обеспечения АПК: материалы 4-го регионального научно-производственного семинара «Чтения И. П. Терских», Иркутск, 26-27 сентября 2011 г. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2011. – С. 112-114.
7. Пат. 2135839 Российская Федерация, МПК6 F04 F 1/18. Ротационный водоподъемник / Кузьмин А. Е., Просвирнин В. Ю., Кузьмин Н. А., Пожитной И. Н.; заявитель и патентообладатель Иркутская ГСХА. – 97114404/06; заявл. 11.08.97 ; опубл. 27.08.99, Бюл. №24.
8. Пат. 2198324 Российская Федерация, МПК7 F04 F 7/02. Водяной насос с энергосберегающим приводом / Просвирнин В.Ю., Кузьмин А.Е., Ахмадиев Р.Д.; заявитель

и патентообладатель Иркутская ГСХА. – 2001104730/06; заявл. 19.02.2001; опубл. 10.02.2003, Бюл. №4.

9. Пат. 2245460 Российская Федерация, МПК7 F04 В 9/00. Водяной насос с энергосберегающим приводом / *Кузьмин А. Е., Просвирнин В. Ю., Бутаков А. Е.*; заявитель и патентообладатель Иркутская ГСХА. – 2003113977/06; заявл. 12.05.2003; опубл. 27.01.2005, Бюл. №3.

10. Пат. 2486375 Российская Федерация, МПК7 F04 F 7/02. Гидравлический двигатель-насос / *Кузьмин А.Е., Пальвинский В.В.*; заявитель и патентообладатель Иркутская ГСХА. – 2011101028/06; заявл. 12.01.2011; опубл. 20.07.2012, Бюл. №18.

References

1. *Kuzmin A.E., Palvinskiy V.V.* Hydraulic engine-pump. Patent for an invention RU 2486375 C2. 27.06.2013. Application N 2011101028/06 12.01.2011.

2. *Kuzmin A.E, Palvinsky V.V.* Hydraulic motors operating from renewable energy sources. Rational nature management and energy-saving technologies in the agro-industrial complex: collection of reports of the international scientific-practical conference. Irkutsk: publishing house IrGSKhA. 2010, part 2. pp. 215-222.

3. *Kuzmin A.E., Palvinskiy V.V.* Hydraulic engine-pump driven by a renewable source of open water flows. Technology and means of mechanization in the agro-industrial complex: collection of scientific papers. Ulan-Ude. Russia. 2010, pp. 123-126.

4. *Kuzmin A.E., Palvinskiy V.V.* Hydraulic engine-pump indicator diagram. 2012, no. 2, pp. 68-71.

5. *Palvinskiy V.V.* Justification of parameters and modes of operation of a hydraulic engine-pump for agricultural water supply. Abstract of the dissertation candidate of technical Sciences, 2013, 18 p.

6. *Palvinskiy V.V.* Characteristics of the hydraulic engine-pump. Equipment and technologies of agricultural engineering Support: materials of the 4th Regional Scientific and Production Seminar «Readings of I. P. Terskikh». Irkutsk, 2011, pp. 112-114.

7. Пат. 2135839 Russian Federation, МПК6 F04 F 1/18. Rotary water elevator. *Kuzmin A.E., Prosvirnin V.Yu., Kuzmin N.A., Pozhitnoy I.N.* 97114404/06; declared 08.11.97; publ. 27.08.99, Bul. no 24.

8. Пат. 2198324 Russian Federation, МПК7 F04 F 7/02. Water pump with energy-saving drive. *Prosvirnin V.Yu., Kuzmin A.E., Akhmadiev R.D* 2001104730/06; declared 02.19.2001; publ. 02/10/2003, Bul. no. 4.

9. Пат. 2245460 Russian Federation, МПК7 F04 В 9/00. Water pump with energy-saving drive. *Kuzmin A.E., Prosvirnin V.Yu., Butakov A.E* 2003113977/06; declared 05.12.2003. Bul. no. 3.

10. Пат. 2486375 Russian Federation, МПК7 F04 F 7/02. Hydraulic motor-pump / *Kuzmin A.E., Palvinsky V.V.* declared 01.12.2011; publ. 20.07.2012, Bul. no. 18.

Сведения об авторах

Брохоцкая Елизавета Марковна – студентка второго курса инженерного факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, e-mail: lizabrohot@gmail.com).

Пальвинский Виктор Викторович - кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК» инженерного факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89025449794 e-mail: kvenbox@mail.ru).

Ильин Сергей Николаевич - кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК» инженерного факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89148805270e-mail: mech@igsha.ru).

Information about the authors

Brohotckaia Elizabeth Markovna - second-year student of the faculty of engineering, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89025449794, e-mail: lizabrohot@gmail.com).

Palvinskiy Victor Viktorovich - candidate of technical sciences, associate professor of the department "Technical support of agroindustrial complex" of the faculty of engineering, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89025449794, e-mail: kvenbox@mail.ru).

Ilin Sergey Nicolaevich- candidate of technical sciences, associate professor of the department "technical support of agroindustrial complex" of the faculty of engineering Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89148805270, e-mail: mech@igsha.ru).

УДК 613.5

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА НА СТАНЦИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Э.В. Гусейнов, М.С. Боярский, М.В. Чубарева

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

В статье рассматривается изучение условий труда на станциях технического обслуживания грузовых автомобилей. Цель исследования - произвести анализ производственных факторов условий труда на станциях технического обслуживания грузовых автомобилей. Для решения поставленной цели выбрана методика измерения параметров производственной среды на станциях технического обслуживания. Исследование проводилось в пяти станциях технического обслуживания грузовых автомобилей с 19 по 25 августа 2020 г. по следующим параметрам условий труда: температура воздуха; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; освещенность; радиация. Измерения вышеперечисленных параметров условий труда (УТ) производились следующими приборами: multifunctional tester DVM-401; anemometer AeroTemp; luxmeter DT-1308; Ecotester Soeks. Обработку полученных данных производили в программе Microsoft Excel. После исследования получилось, что средняя температура воздуха равна $28,0^{\circ}\text{C}$, средняя относительная влажность воздуха – 28,9%, скорость потока воздуха на 0,2 м/с выше оптимального показателя, а радиационный фон имеет небольшие показатели (среднее значение 10,4 мкР/ч).

Ключевые слова: микроклимат, температура воздуха, влажность воздуха, скорость потока воздуха, учебные аудитории.

STUDY OF WORKING CONDITIONS IN TRUCK MAINTENANCE STATIONS

Guseinov E.V., Boyarsky M.S., Chubareva M.V.

Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

The article examines the study of working conditions at service stations for trucks. The purpose of the study is to analyze the production factors of working conditions at service stations for trucks. To solve this goal, a technique for measuring the parameters of the production environment at service stations was chosen. The study was carried out in five service stations of trucks during the period from 19 to 25 August 2020 year according to the following parameters of working conditions: air temperature; relative humidity; air speed; illumination; radiation. Measurements of the above parameters of working conditions (UT) were carried out by the following devices: multifunctional tester DVM-401; anemometer AeroTemp; light meter DT-1308; Ecotester Soeks. The data were processed using Microsoft Excel. After the study, it turned out that the average air temperature is 28.0°C , the average relative air humidity is 28.9%, the air flow rate is 0.2 m/s higher than the optimal indicator, and the background radiation has low indicators (average value 10.4 mkr/h).

Key words: microclimate, air temperature, air humidity, air flow rate, educational audience

Введение. Условия труда непосредственно на рабочем месте, участке, в цехе представляют собой совокупность факторов (элементов)

производственной среды, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье человека в процессе труда [1].

Так как рабочие станций технического обслуживания (СТО) работают до 8 часов в день и до 40 часов в неделю, поэтому важно знать условия труда.

Задача руководителя предприятия обеспечить такие условия труда, которые должны находиться в оптимальных пределах, в целях повышения работоспособности и сохранения жизнедеятельности работников.

Цель исследования – провести анализ производственных факторов условий труда на СТО грузовых автомобилей.

Материалы и методы исследования. Параметры условий труда на СТО грузовых автомобилей регламентируются «Правилами по охране труда на автомобильном транспорте» (Утв. Приказом Министерством труда и социальной защиты РФ от 09.12.2020 г. № 871н) и СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [2, 3, 4].

Исследование проводилось в пяти станциях технического обслуживания грузовых автомобилей с 19 по 25 августа 2020 г. по следующим параметрам условий труда [2, 3, 4, 5, 6]: температура воздуха; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; освещенность; радиация.

Измерения вышеперечисленных параметров условий труда (УТ) производились приборами, представленными на рисунок 1 [7].



Рисунок 1 – Приборы для измерения параметров условий труда на СТО:

1 - Многофункциональный тестер DVM-401; 2 - анемометр AeroTemp;

3 – люксметр DT-1308; 4 – Экотестер Soeks

Измерение параметров производились на каждом рабочем месте с трехкратной повторностью. Затем вычислялись средние показатели параметров (факторов производственной среды) по формуле [3. 4]:

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_i, \quad (1)$$

где E_i – измеренные значения факторов производственной среды в контрольных точках помещения; N – число точек измерения.

Результаты и их обсуждение. Обработка полученных данных осуществлялась в программе Microsoft Excel, после чего получены следующие зависимости, представленные на рисунке 2.

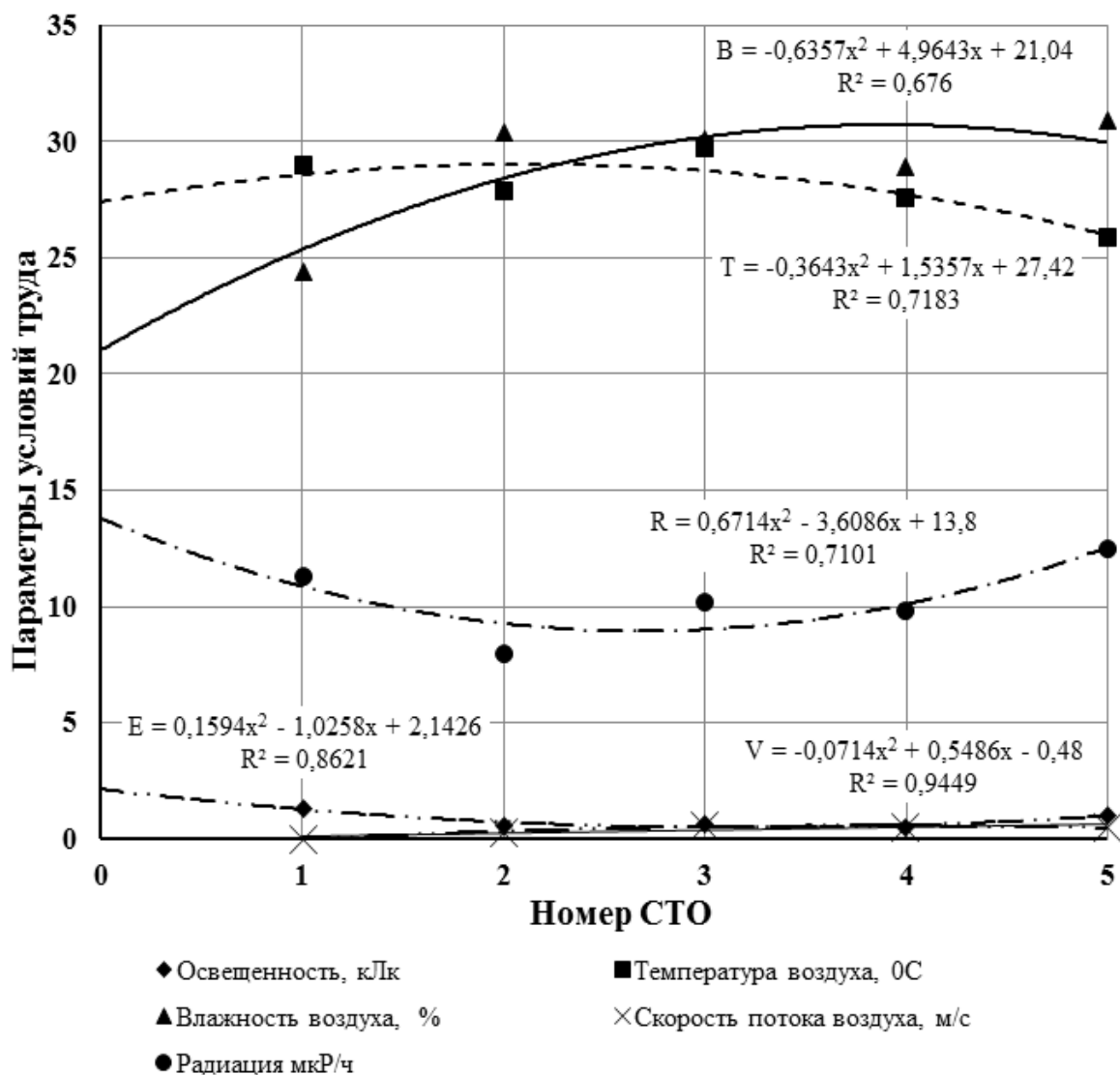


Рисунок 2 – Зависимости изменения факторов производственной среды на СТО

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [3] оптимальная температура воздуха в теплый период времени года колеблется от 23⁰С до 25⁰С,

влажность должна быть 40 - 60 %, а скорость движения воздуха 0,1 м/с, освещенность в пределах 500 - 750 Лк [5], радиация до 40 мкР/ч [6].

Анализирую рисунок 2, можно сказать, что все параметры производственной среды изменяются по полиномиальной зависимости 3-го порядка. Коэффициент детерминации колеблется от 0,6 до 0,9, что говорит о том, что экспериментальные точки приближаются к теоретической линии на 60-90%.

Средняя температура воздуха на СТО равна 28,0⁰С, это говорит о том, что она выше верхнего порога оптимальных параметров на 3⁰С. Этот факт может привести к быстрой утомляемости рабочих. Средняя относительная влажность воздуха составляет 28,9%, что на 11,1% меньше нижнего порога оптимальных показателей. Это говорит о том, что на СТО в летний период преобладает сухой воздух, который может негативно влиять на самочувствие рабочих. Скорость потока воздуха на 0,2 м/с выше оптимального показателя, что говорит о сквозняках. Сквозняки могут привести к простудным заболеваниям даже в летний период времени. Только радиационный фон имеет небольшие показатели (среднее значение 10,4 мкР/ч).

Вывод. Таким образом, в СТО грузовых автомобилей в летний период необходимо создавать систему увлажнения и кондиционирования воздуха.

Список литературы

1. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – М.: АО «Кодекс». – 2020. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30494-2011>
2. Министерство труда и социальной защиты РФ. Приказ от 9.12.2020 г. № 871н «Об утверждении Правил по охране труда на автомобильном транспорте». – М.: АО «Кодекс». – 2020. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/573123759>
3. Нормы освещенности и стандарты СП 52.13330.2011, СНИП 23-05-95. Режим доступа: <https://modern-led.ru/stati/29-normy-osveshchennosti>
4. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901704046>
5. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009». Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902170553>
6. Сутина Л.М. Условия труда на производстве. Режим доступа: http://www.up-pro.ru/library/production_management/normirovanie/ysloviya_tryda.html
7. Чубарева Н.В. Условия труда при техническом обслуживании машин в сельскохозяйственных предприятиях Иркутской области / Н.В. Чубарева, В.Н. Хабардин, М.В. Чубарева // Известия Международной академии аграрного образования. – 2018. - № 41-2. – С. 107-112.

References

1. GOST 30494-2011. Residential and public buildings. Indoor microclimate parameters. М.: АО «Codeks». 2020. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30494-2011>
2. Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation. Order of 9.12.2020 no. 871n "On approval of the Rules for labor protection in road transport" М.: АО «Codeks». 2020. [Electronic resource], URL:<http://docs.cntd.ru/document/573123759>
3. Illumination norms and standards SP 52.13330.2011, SNIP 23-05-95. [Electronic resource], URL: <https://modern-led.ru/stati/29-normy-osveshchennosti>

4. SanPiN 2.2.4.548-96 "Hygienic requirements for the microclimate of industrial premises". [Electronic resource], URL: <http://docs.cntd.ru/document/901704046>
5. SanPiN 2.6.1.2523-09 "Standards of radiation safety NRB-99/2009". [Electronic resource], URL: <http://docs.cntd.ru/document/902170553>
6. Suetina L.M. Working conditions in production. . [Electronic resource], URL: http://www.up-pro.ru/library/production_management/normirovanie/ysloviya_tryda.html
7. Chubareva N.V. Working conditions during the maintenance of machines in agricultural enterprises of the Irkutsk region. St. Petersburg. 2018, no. 41-2, pp. 107-112.

Сведения об авторах

Гусейнов Элвин Вакид-оглы – студент 2-го курса, инженерный факультет, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского. (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89016680865, e-mail: Elvin.vdovenko09@gmail.com).

Боярский Михаил Сергеевич – студент 2-го курса, инженерный факультет, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89021650127, e-mail: boyarskijmikh@yandex.ru).

Чубарева Марина Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка, безопасность жизнедеятельности и профессиональное обучение». Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский район, Молодежный, тел. 89086567154, e-mail: chubarevamarina@rambler.ru).

Information about authors

Huseynov Elvin Vakid-Ogly – student of 2 course undergraduate, engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky, (664038, Russia, Irkutsk district, Irkutsk region, Molodezhny, tel. 89016680865, e-mail: Elvin.vdovenko09@gmail.com).

Boyarsky Mikhail Sergeevich – student of 2 course undergraduate, engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky, (664038, Russia, Irkutsk district, Irkutsk region, Molodezhny, tel. 89021650127, e-mail: boyarskijmikh@yandex.ru).

Chubareva Marina Vladimirovna – candidate of technical sciences, associate professor of the department «Operation of the machine and tractor fleet, life safety and vocational training». Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk district, Irkutsk region, Molodezhny, tel. 89086567154, e-mail: chubarevamarina@rambler.ru).

УДК 621.43

ОБЗОР И АНАЛИЗ СИСТЕМ ЗАЖИГАНИЯ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Егоров И.Б., Шуханов С.Н.

*Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия*

Реализация программы комплексного развития агропромышленного комплекса предусматривает современное научное сопровождение. Существенное значение имеет в этом контексте инновационные исследования машинно-тракторных агрегатов, а также транспортных машин и комплексов. При функционировании поршневых бензиновых двигателей применяются системы зажигания. В мобильных транспортных средствах используются различные по устройству варианты ко, однако, их объединяет ключевой принцип действия – накопление необходимой энергии в магнитном или электрическом поле с дальнейшим молниеносным выделением её в искровом зазоре свечи в требуемый момент конца такта сжатия в рабочем цилиндре, а так же в соответствии с определенным порядком функционирования цилиндров двигателя. Система зажигания поршневого двигателя внутреннего сгорания – комплекс устройств, приборов и датчиков, необходимых для его запуска. Ее главной задачей является создание высокого напряжения для формирования искры, которая приводит к воспламенению рабочей смеси в цилиндрах двигателя, в точно определенный момент времени, что обеспечивает правильный режим работы мотора. От работы системы зажигания зависит расход топлива, экологичность, мощность и безопасность движения автомобиля. История развития зажигания двигателя затрагивает абсолютно все составляющие данной системы, что влечёт за собой многообразие её видов. В современной автомобилестроении системы зажигания классифицируют в зависимости от способа управления процессом. В статье рассмотрены разные виды систем зажигания и их особенности.

Ключевые слова: зажигание, мощность, автомобиль, двигатель, система.

OVERVIEW AND ANALYSIS OF INTERNAL COMBUSTION PISTON ENGINE IGNITION SYSTEMS

Egorov I. B., Shukhanov S. N.

*Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

The implementation of the comprehensive development program of the agro-industrial complex provides for modern scientific support. In this context, innovative research on machine-tractor units, as well as transport machines and complexes, is essential. Ignition systems are used in the operation of piston gasoline engines. In mobile vehicles, various versions of the device are used, however, they are united by a key principle of action - the accumulation of the necessary energy in a magnetic or electric field with further lightning-fast release of it in the spark gap of the plug at the required moment of the end of the compression stroke in the working cylinder, as well as in accordance with a certain order of operation of the engine cylinders. The ignition system of a reciprocating internal combustion engine is a complex of devices, devices and sensors necessary for its launch. Its main task is to create a high voltage for the formation of a spark, which leads to the ignition of the working mixture in the engine cylinders, at a precisely defined moment in time, which ensures the correct operation of the engine. The fuel consumption, environmental friendliness, power and safety of the vehicle depend on the operation of the ignition system. The history of the development of engine

ignition affects absolutely all the components of this system, which entails a variety of its types. In the modern automotive industry, ignition systems are classified according to the method of process control. The article considers different types of ignition systems and their features.

Key words: ignition, power, car, engine, system.

Введение. Реализация программы комплексного развития агропромышленного комплекса предусматривает современное научное сопровождение [1-4]. Существенное значение имеет в этом контексте инновационные исследования машинно-тракторных агрегатов, а также транспортных машин и комплексов [5-8].

Цель работы. Сравнительный анализ систем зажигания поршневых двигателей для определения наиболее перспективной из них.

Материалы и методы. Проанализированы современные системы зажигания ДВС. Выполнен обзор функционирования применяемых конструкций, систем воспламенения горючей смеси бензиновых двигателей.

Результаты исследования. При функционировании поршневых бензиновых двигателей применяются системы зажигания [9]. В мобильных транспортных средствах используются различные по устройству варианты. Однако их объединяет ключевой принцип действия — накопление необходимой энергии в магнитном или электрическом поле с дальнейшим молниеносным выделением её в искровом зазоре свечи в требуемый момент конца такта сжатия в рабочем цилиндре, а так же в соответствии с определенным порядком функционирования цилиндров двигателя.

Главными условиями для любой конструкции системы зажигания представлены ниже:

- Образование искры в рабочем цилиндре, находящемся в конце такте сжатия согласно с порядком функционирования цилиндров;
- Своевременность собственно момента зажигания;
- Гарантированная по величине энергия искры.

Единое требование для корректной работы системы зажигания - это ее надежность (обеспечение гарантированного постоянства искрообразования).

По принципу действия существуют три основных вида системы зажигания:

- контактная;
- бесконтактная;
- электронная (микропроцессорная).

Контактная система зажигания. Хронологически контактная система - это одна из наиболее первых [10]. В них образование высокого напряжения осуществляется в техническом устройстве под названием трансформаторная катушка, а непосредственно распределение его на рабочие свечи осуществляется путем замыкания, а так же размыкания контактов цепи в конструкции прерывателя-распределителя.

Элементы системы зажигания включают в себя следующие составляющие:

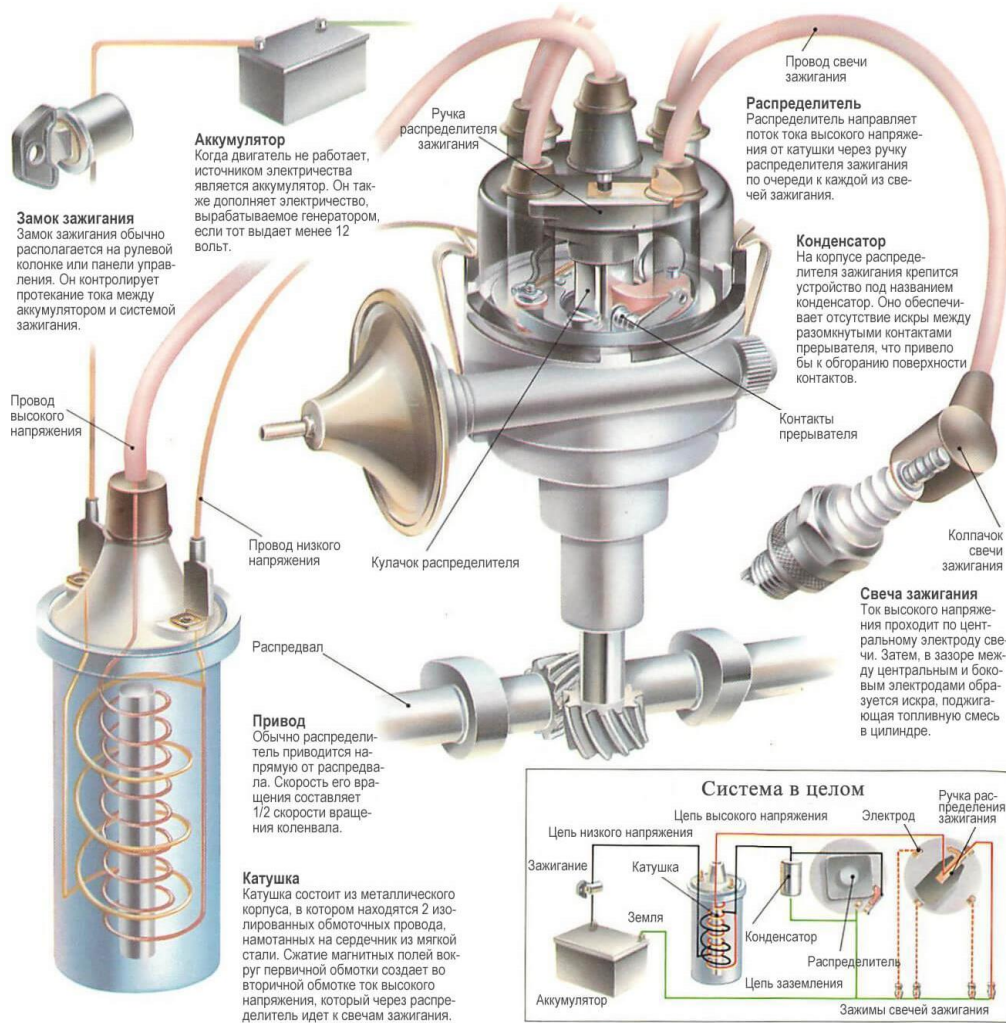


Рисунок 1 – Контактная система зажигания

- замок зажигания – это техническое устройство, отвечающее за включение, а так же за отключение работы двигателя, в том числе системы электрообеспечения транспортного средства;
- аккумуляторная батарея – это источник питания потребителей вырабатываемого тока при неработающем двигателе, в процессе его пуска, а так же при функционировании на холостых оборотах;
- распределитель – это техническое устройство, обеспечивающее распределение образуемого тока высокого напряжения по рабочим свечам зажигания;
- конденсатор выполняет функцию поглощения возникающего тока самоиндукции, образуемого в процессе размыкания действующих контактов прерывателя в конструкции первичной обмотки собственно катушки зажигания;

- свечи зажигания обеспечивают возникновение электрической искры, требуемой для осуществления воспламенения топливно-воздушной смеси в рабочих цилиндрах двигателя;
- катушка – трансформаторное устройство, преобразующее ток низкого напряжения в ток высокого напряжения.

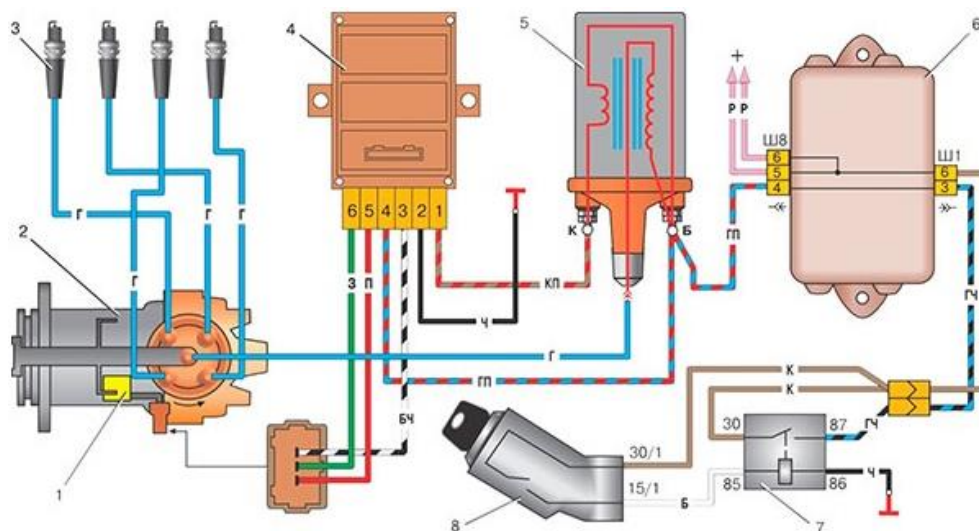
Кроме этого, в составе системы имеется техническое устройство - вакуумный регулятор процесса опережения зажигания, позволяющий варьировать угол опережения относительно реального режима функционирования поршневого бензинового двигателя.

Конструктивно регулятор объединен с полостью, расположенной сразу непосредственно за дроссельной заслонкой, а при увеличении оборотов двигателя адекватно варьирует угол опережения в соответствии величине образуемого разрежения.

В момент замыкания контактов действующее низкое напряжение поступает на первичную обмотку конструкции катушки, где концентрируется энергия, в реальный момент размыкания контакта осуществляется образование высокого напряжения непосредственно на вторичной обмотке. После этого энергия передается к распределителю зажигания, а затем на заданную свечу.

Бесконтактная система зажигания

Конструктивно бесконтактная система зажигания идентична описанной выше контактной системе зажигания. Отличительной особенностью таких устройств является наличие датчика импульсов, а также транзисторного коммутатора.



1. Бесконтактный датчик; 2. Датчик-распределитель; 3. Свечи зажигания; 4. Коммутатор; 5. Катушка зажигания; 6. Монтажный блок; 7. Реле зажигания; 8. Выключатель зажигания.

Рисунок 2 – Бесконтактная система зажигания

Датчик импульсов выполняет функцию для образования электрических импульсов низким значением напряжения [9]. Существуют датчики импульсов следующих типов:

- датчик Холла;
- оптический датчик;
- индуктивный датчик.

Наибольшее использование в конструкции бесконтактной системы зажигания реализовался датчик импульсов применяющий эффект известного ученого-физика Холла.

Элемент Холла включает в себя тонкую пластину, выполненную из материалов с характеристиками полупроводниковых свойств (например, таких как кремний, а также германий), с четырьмя рабочими электродами [11]. В момент времени, когда через конструкцию пластины проходит ток и в это время на нее одномоментно осуществляет воздействие, образуемое магнитное поле, то реальный вектор функционирующей магнитной индукции имеет направление под прямым углом рабочей плоскости пластинки. В этот момент на параллельных направлению действующего тока гранях возникает электродвижущая сила Холла. Этот уникальный принцип осуществляется при функционировании датчика.

Практически осуществление датчика была реализована так: с одной стороны щели самого датчика смонтирован полупроводник, который при включенном зажигании пропускает через себя ток, а с другой стороны смонтирован постоянный магнит. В имеющуюся щель закреплен стальной экран в форме цилиндра со шторками, а также окнами. Число шторок и в том числе окон экрана идентично числу цилиндров поршневого двигателя. При вращении самого экрана, в момент, когда его окна пребывают в щели датчика, существующий магнитный поток оказывает воздействие на собственно на полупроводник с пропускающим через себя ток, а также управляющие импульсы технического устройства (датчика Холла) подаются в конструкцию коммутатора, где они преобразуются в действующие импульсы тока, а оттуда он поступает в катушку зажигания. Затем ток высокого напряжения подается на центральный контакт распределителя, далее на функционирующие свечи зажигания, которые осуществляют воспламенение топливно-воздушной смеси.

При увеличении числа оборотов коленчатого вала регулирование угла опережения зажигания осуществляется центробежным регулятором, который представляет собой два груза, давящих на собственно пластину, непосредственно контактирующую с кулачковым механизмом прерывателя.

В настоящее время бесконтактное зажигание с датчиком ученого-физика Холла существенно проигрывает более совершенной системе электронного зажигания.

Электронная (микроспроцессорная) система зажигания. Наиболее совершенной системой зажигания является электронная. У нее отсутствуют контакты механической конструкции. Электронное зажигание так же является составляющей частью системы электронного управления двигателем [3].

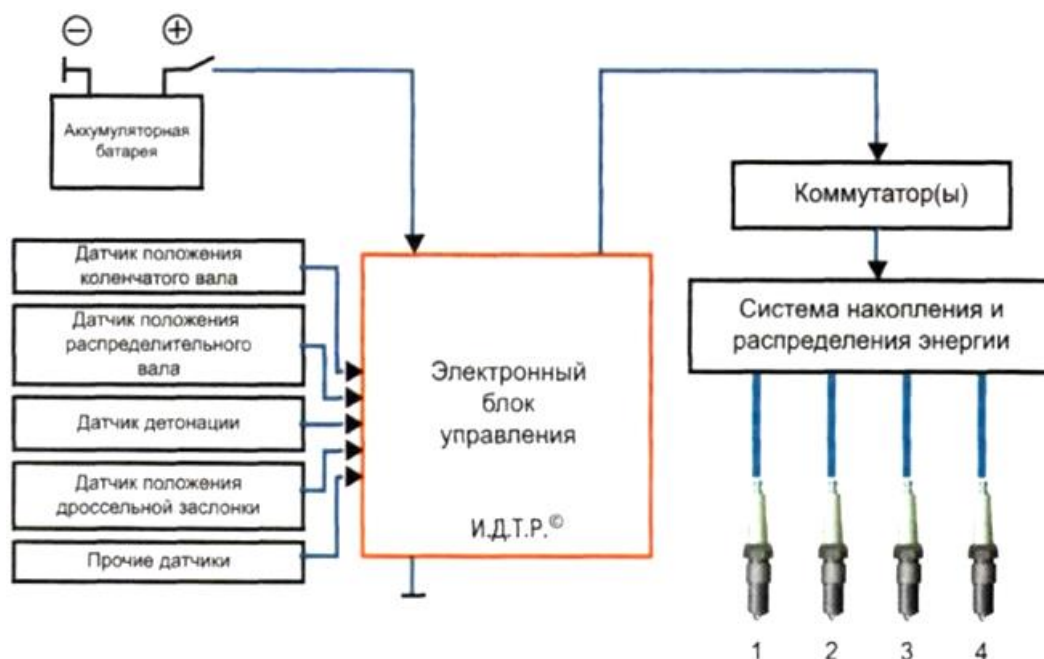


Рисунок 3 – Схема устройства МПСЗ

В этой системе реально потери напряжения минимальны, по сравнению с другими системами, а функционирование каждой рабочей свечи не зависит от функционирования других свечей. В данной системе осуществима точная подстройка величины угла опережения зажигания конкретно в каждом рабочем цилиндре. Это дает возможность реализовывать практически максимальное сжигание топливно-воздушной смеси, что способствует минимизации выброса веществ, наносящих вред окружающей среде, а это в свою очередь улучшает общую экологическую обстановку.

Кроме базовых элементов конструкция электронной системы зажигания содержит такие составляющие.

1. Входные датчики. Они содержат информацию о реальном режиме функционирования мотора, также осуществляют подачу их в виде электронных сигналов установленному блоку управления.

2. Электронный блок управления (ЭБУ) реализует обработку поступающих сигналов, а также дает необходимые команды на применяемое исполнительное устройство.

Собственно исполнительное устройство, или так называемый воспламенитель. На самом деле это транзисторная плата, осуществляющая передачу напряжения на конструкцию первичной обмотки, а так же отсечку, в том числе формирование высокого напряжения на конструкции вторичной обмотки рабочей катушки.

На такие системы устанавливают одну общую, индивидуальную или двойные конструкции катушек зажигания.

Микропроцессорная система зажигания – это разновидность электронной системы. В ней реализуется широкий спектр датчиков, сигналы которых ЭБУ мгновенно обрабатывает. Он обеспечивает оптимизацию

функционирования системы в реальный момент времени. Существенными преимуществами такого алгоритма работы является заметное снижение расхода используемого топлива, также улучшение динамических показателей мобильного транспортного средства.

Вывод. Проведенный обзор и анализ современных систем зажигания позволил установить, что микропроцессорная система лучше остальных отвечает требованиям, предъявляемым к ним. Поэтому направление дальнейшего научного поиска в настоящее время находится в этой области.

Список литературы

1. Алтухов С.В. Анализ теплового состояния форсуночных распылителей/ С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов // *Аграрная наука*. - 2018. - № 5.- С. 56-57.
2. Виды, устройство и принцип работы системы зажигания / ТехАвтоПорт [Электронный ресурс], URL: <https://techautoport.ru/dvigatel/sistema-zazhiganiya/sistema-zazhiganiya-dvigatelya.html>
3. Егоров И.Б. Применение датчика Зала в современных системах зажигания. / И.Б. Егоров, С.Н. Шуханов //В книге: Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона. Сборник научных диссертаций студентов. Молодёжный, 2020. - С. 79-80.
4. Очиров В.Д. Анализ взаимодействия электротехнической системы «ИЗЛУЧАТЕЛЬ-МАТЕРИАЛ» в процессе нагрева и сушки пищевого растительного сырья/В.Д. Очиров, И.В. Алтухов, С.М. Быкова, М.А. Блохин// В сборнике: Серия конференций ИОР: Наука о Земле и окружающей среде. III Международная научная конференция: AGRITECH-III-2020: агробизнес, экологическая инженерия и биотехнологии. Красноярский научно-технический городской Зал Российского союза научных и инженерных объединений, 2020. - С. 62006.
5. Роговский И.Л. Разработка конструктивных параметров сепаратора. В сборнике: Журнал Физики: Ряд Конференции. Красноярское научно-технологическое производство с экспертными оценками своевременности посева // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Том 12.- № 3. - С. 5-10.
6. Распределение и система зажигания двигателя. / Автозапчасти и СТО [Электронный ресурс], URL: https://yandex.ru/turbo/vk-sto.by/h/blog/raspredelenie_i_sistema_zazhiganiya_dvigatelja/2020-05-02-197?random_cgi=TwFn8UoiMIjpyz8meTaNFv953C7oqRSWkTteucrIRIcnBGGfTSG4XNzQwDAzvtB9HJrfr5uWSh
7. Система зажигания: описание, принцип работы, устройство, фото, видео. / АВТОМАШИНЫ [Электронный ресурс]. URL: <https://seite1.ru/zapchasti/sistema-zazhiganiyaopisanieprincip-rabotyustrojstvofotovideo/.html>
8. Степанов Н.В. Новая защитная смазка для места хранения сельскохозяйственной техники/ Н.В. Степанов, С. Н. Шуханов //Ивестия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее образование. - 2019. № 1 (53). - С. 352-358.
9. Шуханов С.Н. Моделирование рабочих процессов машинно-тракторных агрегатов АПК/ С.Н. Шуханов, А. В. Кузьмин, П.А. Болоев //Ивестия Оренбургского государственного аграрного университета.- 2019. - №. 1 (75). - С. 74-75.
10. Шуханов С.Н. Совершенствование работы сельскохозяйственных тракторных двигателей автоматическим регулированием/ С.Н. Шуханов //Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2019. - № 7 (177). - С. 168-172.
11. Шуханов С.Н. Надежность машинно-тракторной установки/ С.Н. Шуханов, А. В. Кузьмин, П. А. Болоев// Инженерные технологии и системы. - 2020. - 30. - № 1. - С. 8-20.

References

1. Altukhov S.V. Shukhanov S.N. Analysis of the thermal state of nozzle nebulizers. *Agricultural Science*, 2018, no 5, pp. 56-57.

2. Types, device and principle of operation of the ignition system / TechAutoPort [Electronic resource], URL: <https://techautoport.ru/dvigatel/sistema-zazhiganiya/sistema-zazhiganiya-dvigatelya.html>
3. *Egorov I.B., Shukhanov S.N.* Hall sensor application in modern ignition systems. In the book: The value of student scientific circles in the innovative development of the agro-industrial complex of the region. Collection of students' scientific dissertations. Molodezhny. 2020, pp. 79-80.
4. *Ochirov V.D., Altukhov I.V., Bykova S.M., Blokhnin M.A.* Analysis of the interaction of the "RADIATOR-MATERIAL" electrical system in the process of heating and drying food plants. In the collection: Conference Series IOP: Science of the Earth and the Environment. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: agribusiness, environmental engineering and biotechnology. Krasnoyarsk Scientific and Technical City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations, 2020, S, 62006.
5. *Rogovskiy I.L.* Development of design parameters of the separator. In the collection: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk scientific and technological production with expert assessments of the timeliness of sowing. Modeling of systems and processes, 2019, no. 12, part, 3, pp. 5-10.
6. Distribution and ignition system of the engine. / Auto parts and service station [Electronic resource], URL: https://yandex.ru/turbo/vk-sto.by/h/blog/raspredelenie_i_sistema_zazhiganiya_dvigatelja/2020-05-02-197?random_cgi=TwFn8UoiMIjzBuGV8MeTaNSuoiMIjzFiGiNZMeTaNRsQuoiMIjzFiGiNSMTaNS
7. Ignition system: description, principle of operation, device, photo, video. / CARS [Electronic resource], URL: <https://seite1.ru/zapchasti/sistema-zazhiganiyaopisanieprincip-rabotyustrojstvofotovideo/.html>
8. *Stepanov N.V., Shukhanov S.N.* New protective lubricant for storage of agricultural machinery. Bulletin of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher education. 2019, no, 1 (53), pp. 352-358.
9. *Shukhanov S.N., Kuzmin A.V., Boloev P.A.* Modeling of working processes of machine-tractor units of the agro-industrial complex. Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. 2019, no, 1 (75), pp. 74-75.
10. *Shukhanov S.N.* Improving the work of agricultural tractor engines by automatic regulation. Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2019, no, 7 (177), pp. 168-172.
11. *Shukhanov S.N.* Reliability of a machine-tractor installation. Engineering technologies and systems, 2020, T, 30, no 1, pp. 8-20.

Сведения об авторах

Егоров Игорь Борисович – студент 4 курса инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89041209854, e-mail: Igoresha.98@mail.ru).

Шуханов Станислав Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Техническое обеспечение АПК», Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89086546032, e-mail: Shuhanov56@mail.ru).

Information about authors

Egorov Igor Borisovich – student of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky, (664038, Russia, Irkutsk district, Irkutsk region, Molodezhny, tel. 89041209854, e-mail: Igoresha.98@mail.ru).

Shuhanov Stanislav Nikolaevich – doctor of technical sciences, professor of the department "Technical support of agriculture", Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky, (664038, Russia, Irkutsk district, Irkutsk region, Molodezhny, tel. 89086546032, e-mail: Shuhanov56@mail.ru).

УДК 623.438

ФОРСИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ПОМОЩЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ НАПОЛНЕНИЯ ЦИЛИНДРОВ ГОРЮЧЕЙ СМЕСЬЮ

Егоров И.Б., Шуханов С.Н.

*Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия*

Высокоразвитое сельскохозяйственное производство невозможно без соответствующей поддержки со стороны аграрной науки. Существенное место в этом плане уделяется автотракторному сопровождению. Основным источником энергии, которых являются двигатели внутреннего сгорания. Увеличение мощности двигателя путем его форсирования является важной научно-практической задачей. Форсирование двигателя – это проведение комплекса технических мероприятий по доводке и модернизации штатного автомобильного двигателя, с целью повышения величины его крутящего момента и максимальных оборотов, то есть повышения эффективной мощности. Одним из методов форсирования является метод увеличения наполняемости цилиндров двигателя. Он позволяет увеличить динамическую степень сжатия, так как в цилиндр поступает дополнительное количество воздуха и топлива. Возрастает плотность бензовоздушной смеси, и, как следствие, увеличивается максимальное давление внутри камеры сгорания. Это позволяет поместить увеличенный заряд топливоздушной смеси в цилиндр, а значит, большая работа будет произведена в такте рабочего хода и соответственно получена более высокая мощность двигателя.

Форсирование двигателя методом увеличения наполнения цилиндров включает в себя: замену и доработку впускной системы; установку наддува; доработку головки блока цилиндров; доработку выпускной системы.

Форсирование двигателя с помощью увеличения наполнения рабочих цилиндром представляет собой достаточно сложный, весьма дорогостоящий, требующий правильных расчетов процесс. Такие работы осуществляются квалифицированными специалистами с четким пониманием того, зачем и каким образом это выполняется. Повышение наполнения рабочих цилиндров двигателя внутреннего сгорания дает возможность заметно повысить его мощность.

Ключевые слова: форсирование, мощность, горючая смесь, двигатель, модификация.

BOOSTING THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE BY INCREASING THE FILLING OF THE CYLINDERS WITH A COMBUSTIBLE MIXTURE

Egorov I.B., Shukhanov S.N.

*Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

Highly developed agricultural production is impossible without appropriate support from agrarian science. A significant place in this plan is given to vehicle tracking. The main source of energy, which are internal combustion engines. Increasing engine power by forcing it is an important scientific and practical task.

Engine boosting is the implementation of a set of technical measures for the refinement and modernization of a standard automobile engine, in order to increase the value of its torque and maximum speed, that is, to increase the effective power.

One of the methods of forcing is the method of increasing the filling capacity of the engine cylinders, which requires modification or complete replacement of the standard intake and exhaust. It allows you to increase the dynamic compression ratio, as an additional amount of air and fuel enters the cylinder. The density of the fuel-air mixture increases, and as a result, the maximum pressure inside the combustion chamber increases. This allows you to place an increased charge of the fuel-air mixture in the cylinder, which means that more work will be done in the stroke of the working stroke and, accordingly, higher engine power will be obtained.

Forcing the engine by increasing cylinder filling includes: replacing and refining the intake system; supercharging unit; rework of cylinder block head; revision of the exhaust system.

Forcing the engine by increasing the filling of the workers with the cylinder is a rather complex, very expensive process that requires correct calculations. Such work is carried out by qualified specialists with a clear understanding of why and how this is carried out. Increasing the filling of the operating cylinders of the internal combustion engine makes it possible to significantly increase its power.

Key words: boosting, power, fuel mixture, engine, modification.

Высокоразвитое сельскохозяйственное производство невозможно без соответствующей поддержки со стороны аграрной науки [1, 2, 3]. Существенное место в этом плане уделяется автотракторному сопровождению, основным источником энергии которых являются двигатели внутреннего сгорания. Увеличение мощности двигателя путем его форсирования является важной научно-практической задачей.

Вся система, заключающаяся в получении воздуха из окружающей среды, его эффективное использование, а также исключение, состоит из системы впуска воздуха, цилиндров двигателя, в том числе выхлопной системы. Улучшение процесса газообмена в системе приводит к повышению отзывчивости двигателя. Тем не менее, существует много факторов, снижающих эффективность, которые могут возникнуть из-за плохо спроектированной системы впуска воздуха, которая в конечном итоге лишает двигатель его мощности [4]. Крайне важно, чтобы поток воздуха был максимально увеличен с помощью улучшения и тонкой настройки системы впуска и выпуска автомобиля на это и направлено форсирование двигателя методом увеличения наполнения цилиндров.

Основными качественными параметрами, влияющими на количество топливовоздушной смеси, поступившее за такт впуска, являются давление в конце наполнения рабочего цилиндра, параметры свежего заряда во впускной системе, а характеризует это количество коэффициент наполнения.

Коэффициент наполнения η_v – это отношение реальной массы свежего заряда M_1 , поступившей в цилиндры, к количеству M_0 , которое помещается в объеме, равному рабочему объему цилиндра [5].

$$\eta_v = \frac{M_1}{M_0}$$

Коэффициент наполнения - величина непостоянная, варьирует с частотой вращения, а также зависит от индивидуальных характеристик газораспределения. Обычно у современных бензиновых двигателей внутреннего сгорания с четырьмя клапанами на цилиндр коэффициент равен или чуть больше 0,9 [6]. На средних, а также высоких оборотах он может достигать единицы. Однако после реализации форсирования значение коэффициента наполнения стаёт больше 1.

Форсирование двигателя методом увеличения наполнения цилиндров включает в себя:

- замену и доработку впускной системы;
- установку наддува;
- доработка головки блока цилиндров;
- доработка выпускной системы.

Рассмотрим каждый из перечисленных способов по отдельности:

Замена и доработка впускной системы. Существенную роль в улучшении наполнения цилиндров бензовоздушной смесью играет снижение действия сопротивления воздушному потоку на впуске. Для этого применяют воздушные фильтры пониженного сопротивления, а также полируют впускные трубопроводы. Необходимо также добиться ровных стыков в местах соединений элементов впускного трубопровода, чтобы в этих местах не образовывалось завихрений и сужений тракта. Для этого необходимо тщательно подбирать прокладки, а имеющиеся выступы тракта удалять с последующей полировкой.

Идеальным с точки зрения равномерности фактического распределения смеси по цилиндрам является организация отдельных впускных трактов с индивидуальными дроссельными узлами для каждого из цилиндров [7].

Так как штатная конструкция используемого впускного коллектора обеспечивает достаточное наполнение цилиндров лишь в строго ограниченном диапазоне оборотов двигателя коллектор можно заменить специальным впускным коллектором с изменяемой геометрией. Делается это для гарантированного обеспечения поступления достаточного количества воздуха в камеру сгорания при любой величине оборотов.

Практически коллектор изменяемой геометрии реализуется двумя способами: изменением его длины или площади сечения (рисунок 1).



Рисунок 1 – Принцип работы впускного коллектора переменной длины

Впускной коллектор переменной длины в двигателях с наддувом не используется, так как необходимый объем воздуха в камере сгорания обеспечивается с помощью турбокомпрессора.

На низких оборотах функционирования двигателя требуется достижение максимального крутящего момента как можно быстрее, для чего используется длинный впускной коллектор. Высокие обороты выводят двигатель на максимальную мощность при коротком впускном коллекторе [8]. Изменение длины коллектора происходит путем открытия и закрытия заслонки, работа которой, в свою очередь, регулирует электронный блок управления.

Впускной коллектор с переменным сечением применяется на автомобилях, функционирующих как на бензине, так и на дизельном топливе, в том числе на системах, оснащенных наддувом. Чем меньше площадь сечения трубопровода, по которому подается воздух, тем выше скорость потока, следовательно, и смешение воздуха, а также топлива. Здесь каждый цилиндр имеет два впускных канала, оснащенных собственными впускными клапанами. Один из пары каналов имеет заслонку. Привод такой системы впуска реализуется электродвигателем или вакуумным регулятором

Принцип функционирования такого впускного коллектора следующий (рисунок 2): когда двигатель работает на малых оборотах, заслонки находятся в закрытом положении, а при открытии впускного клапана горючая смесь поступает в цилиндр только по одному каналу. Когда двигатель функционирует на высоких оборотах, заслонки открываются, топливовоздушная смесь поступает в цилиндр по двум каналам, что гарантированно обеспечивает увеличение мощности мотора.

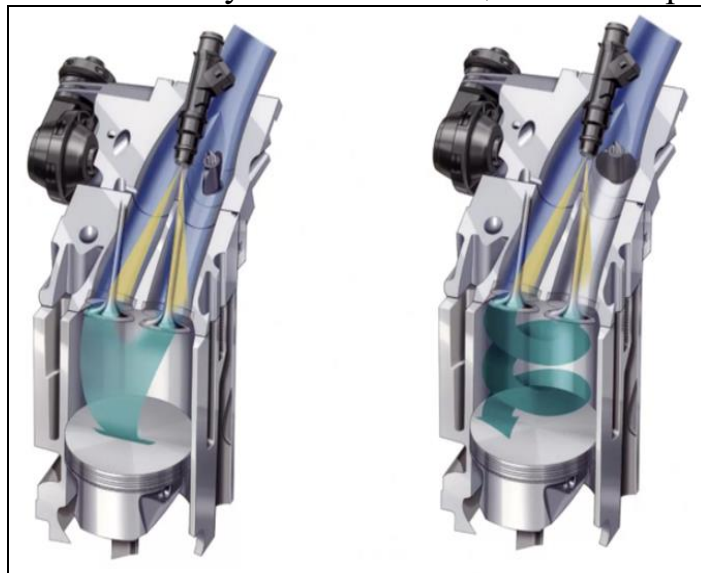


Рисунок 2 – Принцип работы впускного коллектора с переменным сечением

Установка наддува. Турбонаддув (турбокомпрессор) – механизм, применяемый в автомобилях с целью принудительного нагнетания воздуха в рабочие цилиндры двигателя внутреннего сгорания. Применение

турбокомпрессора дает возможность существенно увеличить агрегатную мощность используемого двигателя, не оказывая отрицательное влияние на его компактность, а расхода топлива оставить на низком уровне [9].

В настоящее время актуальны два вида наддува: с механическим приводом от коленчатого вала двигателя, а также турбокомпрессор.

Механический наддув имеет привод от коленчатого вала, что и является его существенным недостатком из-за потери мощности двигателя.

В сравнении с механическим нагнетателем, достоинствами турбины является то, что она использует энергию побочных продуктов функционирования двигателя. Турбокомпрессор имеет привод от турбины, которая приводится во вращение с помощью отработавших газов (рисунок 3). Он гораздо дешевле в изготовлении, а также экономичнее в эксплуатации.

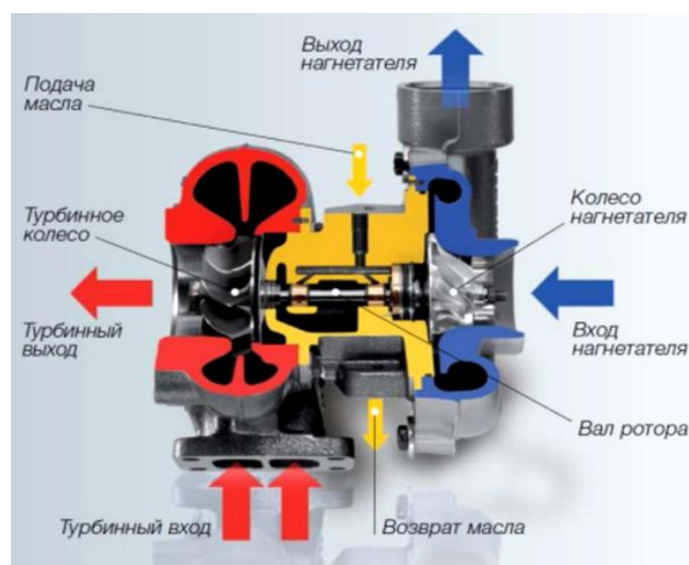


Рисунок 3 – Устройство турбокомпрессора

Доработка головки блока цилиндров. Одним из наиболее действенных способов увеличения коэффициента наполнения является реализация доработки головки блока цилиндров (ГБЦ).

Головка блока цилиндров стандартного двигателя несовершенна в силу объективных технологических, а также экономических причин при их поточно-массовом производстве, поэтому требует необходимой доработки [10].

Первое, что делается - проводится стыковка отверстий каналов коллекторов и ГБЦ. Малейшие неровности в канале порождают явления, заметно тормозящие поток, поэтому от них необходимо избавиться. Далее дорабатываются впускные, а также выпускные каналы, производится их обработка с помощью фрезы, увеличивается действующее проходное сечение, удаляются малейшие неровности, а также выступающие части, изменяются геометрические формы канала. Изгиб канала должен быть максимально плавным с соблюдением необходимых радиусов кривизны.

Рабочая поверхность впускных каналов должна быть немного шероховатой. Клапана облегчаются переточкой, а также шлифованием, с целью увеличения его пропускной способности изменяется геометрия профиля тарелки, рабочих, в том числе дополнительных фасок клапана. Сёдла полируются и максимально плотно подгоняются к клапанам. Поскольку камера сгорания является местом, в котором протекают основные рабочие процессы используемой силовой установки, её так же тщательно полируют.

В итоге все осуществленные операции добавляют двигателю примерно 20 – 25% мощности.

Доработка выпускной системы. Задача используемой выхлопной системы автомобиля – обеспечить наиболее качественный вывод отработавших газов. Доработка выхлопа необходима с целью повышения качества функционирования выпускной системы, а так же гарантированного обеспечения экологически чистых компонентов продуктов сгорания, которые будут минимизировать вред окружающей среде.

Конструкция выпускной системы имеет существенное значение при увеличении реальной мощности двигателя. Под выпускной системой понимается весь существующий выпускной тракт от выпускного клапана до конца действующей выпускной трубы. Малейшее сопротивление потоку движения отработавших газов на этом пути работает на уменьшение мощности, а также экономичности двигателя, так как действующее обратное давление в выпускной системе образует сопротивление поршню при реализации такта выпуска [10].

К доработке применяемой системы выпуска отработавших газов имеет смысл приступить лишь после того, как использованы остальные существующие методы увеличения наполняемости рабочих цилиндров двигателя. Стандартная система выпуска обычного двигателя в большинстве случаев гарантированно обеспечивает достаточную эффективность очистки рабочих цилиндров при соблюдении принятых норм экологичности. Если система выпуска обеспечивает достаточно высокую очистку камеры сгорания, то работы по ее дальнейшему улучшению не приведут к сколько-нибудь заметному увеличению мощности.

Для усовершенствования выпускной системы осуществляют совершенствование конструкции, а также формы выпускных труб, в том числе замену глушителей. Каждый изгиб конструкции выпускной трубы увеличивает величину обратного давления. Для снижения этого отрицательного эффекта в местах сгибов предпочтительно использовать большего диаметра трубы. Значения радиусов изгибов также должны быть большими. Малейшие внутренние неровности необходимо убрать.

Следующим составляющим элементом настройки стандартной выпускной системы является глушитель. Применяемый глушитель включает в себя объемный корпус, а также разнесенные входящую, в том числе выходящую трубы, между которыми смонтирована звукопоглощающая конструкция. Уменьшение шума в подавляющем большинстве стандартных

глушителей реализуется созданием ограничения действующему потоку выхлопных газов, что практически осуществляется продавливанием этих газов через большое число отверстий малого диаметра. Такие глушители имеют свойство образовывать большое значение обратного давления. Глушители, функционирующие на поглощении, трансформируют звуковые волны в тепло при контакте с поглощающим материалом. Этот метод формирует меньшее значение обратного давления, но менее эффективно подавляет шум. Необходимо устанавливать вариант, который сочетает методы отражения, а также поглощения, поскольку у него лучшие качественные характеристики.

Выводы. Форсирование двигателя с помощью увеличения наполнения рабочих цилиндром представляет собой достаточно сложный, весьма дорогостоящий, требующий правильных расчетов процесс. Такие работы осуществляются квалифицированными специалистами. Повышение наполнения рабочих цилиндров двигателя внутреннего сгорания дает возможность заметно повысить его мощность.

Список литературы

1. Асалханов П.Г. Модели оптимизации производства сельскохозяйственной продукции с экспертными оценками своевременности посева / П.Г. Асалханов, Я.М. Иванов, М.Н. Полковская // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 3. - С. 5–10.
2. Бураев М.К. Модель износа деталей шарнирного сочленения полурама трактора к-701 / М.К. Бураев, А.В. Шистеев, П.И. Ильин, А.И. Аносова, А.Ю. Жабин // В сборнике: Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса. Юбилейный сборник научных трудов XIII международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Донского государственного технического университета (Ростовского-на-Дону института сельхозмашиностроения), в рамках XXIII Агропромышленного форума юга России и выставки "Интерагроماش". В 2-х томах. - 2020. - С. 454-456.
3. Доработка ГБЦ / DRIVE2.RU Сообщество машин и людей [Электронный ресурс]. URL: <https://www.drive2.ru/l/119663>
4. Клибанова Ю.Ю. Проекты и разработки в области цифрового сельского хозяйства, реализуемые на энергетическом факультете Иркутского ГАУ / Ю.Ю. Клибанова, Б.Ф. Кузнецов // Актуальные вопросы аграрной науки. - 2019. - № 31. - С. 56–63.
5. Коэффициент наполнения цилиндра в двигателе / V движке [Электронный ресурс]. URL: <http://vdvzhke.ru/sudovye-dvigateli-vnutrennego-sgoraniya/idealnye-cikly-i-teplovye-processy-v-dvigateljah/koefficient-napolnenija-cilindra-v-dvigatele.html>
6. Особенности работы впускного коллектора с изменяемой геометрией / ТехАвтоПорт про автомобили в деталях [Электронный ресурс]. URL: <https://techautoport.ru/dvigatel/vpusknaya-sistema/sistema-izmeneniya-geometrii-vpusknogo-kollektora.html> - 13.02.21
7. Улучшение наполнения цилиндров топливной смесью / AZLK-TEAM [Электронный ресурс]. URL: https://azlk-team.ru/articles/stati_s_clubazlknet/uluchshenie_napolnenija_tsilindrov_toplivnoji_smesju
8. Устройство и принцип работы турбокомпрессора / ТехАвтоПорт про автомобили в деталях [Электронный ресурс]. URL: <https://techautoport.ru/dvigatel/vpusknaya-sistema/turbokompressor.html>
9. Что такое коэффициент наполнения? / Журнал MonsterAuto [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.monsterauto.ru/techno/chto-takoe-koefitsient-napolneniya>
10. Усовершенствование системы выпуска / AZLK-TEAM [Электронный ресурс]. URL: https://azlk-team.ru/articles/stati_s_clubazlknet/usovershenstvovanie_sistemy_vypuska

References

1. *Asalkhanov P.G., Ivanyo Y.M., Polkovskaya M.N.* Models of optimization of agricultural production with expert assessments of the timeliness of sowing. Modeling of systems and processes, 2019, vol. 12, no. 3, pp. 5 – 10.
2. *Buraev M.K. Shisteev A.V., Ilyin P.I., Anosova A.I., Zhabin A.Yu.* Model of wear of parts of hinged joint of tractor c-701. In the collection: State and prospects for the development of the agro-industrial complex. The anniversary collection of scientific works of the XIII international scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the Don State Technical University (Rostov-on-Don Institute of Agricultural Engineering), as part of the XXIII Agro-Industrial Forum of Southern Russia and the Interagromash exhibition. In two volumes, 2020, pp. 454-456.
3. Modification of the cylinder head / DRIVE2.RU Community of machines and people [Electronic resource]. URL: <https://www.drive2.ru/l/119663>
4. *Klibanova Yu.Yu.* Projects and developments in the field of digital agriculture, implemented at the Energy Faculty of Irkutsk GAU/Yu.Yu. Klibanova, B.F. Kuznetsov//Topical issues of agrarian science. 2019, Vol, 31, pp. 56 – 63.
5. The coefficient of cylinder filling in the engine / V engine [Electronic resource], URL: <http://vdvzhke.ru/sudovye-dvigateli-vnutrennego-sgoraniya/idealnye-cikly-i-teplovye-processy-v-dvigateljah/koefficient-napolneniya-cilindra-v-dvigatele.html>
6. Improving the release system / AZLK-TEAM [Electronic resource], URL: https://azlk-team.ru/articles/stati_s_clubazlknet/usovershenstvovanie_sistemy_vypuska
7. Features of the work of the intake manifold with variable geometry / Techavtoport pro cars in details [Electronic resource], URL: <https://techavtoport.ru/dvigatel/vpusknaya-sistema/sistema-izmeneniya-geometrii-vpusknogo-kollektora.html>
8. The device and the principle of operation of the turbocharger / Techavtoport pro cars in details URL: <https://techavtoport.ru/dvigatel/vpusknaya-sistema/turbokompressor.html>
9. What is the filling factor? / MonstєRauto Magazine [Electronic resource], URL: <http://www.monsterauto.ru/techno/cto-takoe-koefitsient-napolneniya>
10. Improving the filling of cylinders with fuel mixture / AZLK-TEAM [Electronic resource], URL: https://azlk-team.ru/articles/stati_s_clubazlknet/uluchshenie_napolneniya_tsilindrov_toplivnojj_smesju

Сведения об авторах

Егоров Игорь Борисович – студент 4 курса инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный тел. 89041209854, e-mail: Igoresha.98@mail.ru).

Шуханов Станислав Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Техническое обеспечение АПК», Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, Молодежный тел. 89086546032, e-mail: Shuhanov56@mail.ru).

Information about authors

Egorov Igor Borisovich – student of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky, (664038, Russia, Irkutsk district, Irkutsk region, Molodezhny, tel. 89041209854, e-mail: Igoresha.98@mail.ru).

Shuhanov Stanislav Nikolaevich – doctor of technical sciences, professor of the department "Technical support of agriculture", Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky, (664038, Russia, Irkutsk district, Irkutsk region, Molodezhny, tel.89086546032, e-mail: Shuhanov56@mail.ru).

УДК 629.3.083

АНАЛИЗ МОЕЧНЫХ УСТАНОВОК ДЕТАЛЕЙ КУЗОВА АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Егоров И.Б., Коваливнич В.Д.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Современные научные разработки в области сельскохозяйственного производства обеспечивают его устойчивое развитие. При этом важнейшее значение уделяется автотракторному сопровождению аграрного сектора страны. Не составляет исключения в этом плане технический сервис транспорта сельскохозяйственного назначения. Дан обзор и анализ современных моечных установок составных элементов кузова мобильной техники перед покраской, Очистка заключается в удалении загрязнений, а также в избавлении от коррозии, в том числе в обезжиривании металлических конструкций для оптимальной адгезии с грунтом. Определены положительные и отрицательные стороны разных способов очистки. Анализ современных установок позволил определить наиболее перспективную с целью ее дальнейшей модернизации.

Ключевые слова: сельскохозяйственное производство, технический сервис, автотракторная техника, моечная установка.

ANALYSIS OF WASHING INSTALLATIONS OF BODY PARTS OF AUTOMOTIVE EQUIPMENT

Egorov I.B., Kovalivnich V.D.

Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

Modern scientific developments in the field of agricultural production ensure its sustainable development. At the same time, the most important importance is given to the automotive support of the agricultural sector of the country. Technical service of agricultural transport is no exception in this regard. A review and analysis of modern washing systems of components of the body of mobile equipment before painting is given, Cleaning consists in removing dirt, as well as in getting rid of corrosion, including degreasing metal structures for optimal adhesion to the ground. The positive and negative aspects of different cleaning methods are determined. A analysis of modern installations allowed us to determine the most promising one for the purpose of its further modernization.

Key words: agricultural production, technical service, automotive equipment, washing plant.

Введение. Современные научные разработки в области сельскохозяйственного производства обеспечивают его устойчивое развитие [1-4]. При этом важнейшее значение уделяется автотракторному сопровождению аграрного сектора страны [5-8]. Не составляет исключения в этом плане технический сервис транспорта сельскохозяйственного назначения [9-12].

Цель работы. Определение состояния вопроса конструктивных особенностей моечных установок для деталей кузовов автотракторной техники и способов удаления загрязнений.

Материалы и методы. Обзор и анализ современных моечных установок для определения наиболее перспективной с целью дальнейшей ее модернизации.

Результаты исследования. Очистка составных элементов кузова мобильной техники перед покраской заключается в удалении загрязнений, а также в избавлении от коррозии, в том числе в обезжиривании металлических конструкций для оптимальной адгезии с грунтом.

Для удаления последствий коррозии используют химический и механический методы. Механическому способу присущи недостатки:

- высокая степень повреждения рабочей поверхности вследствие механического воздействия;
- нарушение формы;
- наличие специалистов высокой квалификации.

Другой способ – это замачивание элементов кузова в щелочах. Этому методу сопутствуют недостатки, влияющими на эффективность со стороны экономики:

- ограниченная производительность – временной диапазон замачивания варьирует от 3-4 часов до нескольких суток;
- большая потребность электроэнергии обуславливается с обеспечением высоких значений температуры раствора;
- применение агрессивных щелочей затруднено в условиях не промышленного производства;
- сложность утилизации используемых агрессивных составляющих веществ;
- неудовлетворительная очистка, предусматривающая ручную очистку.

Прогрессивным способом обезжиривания, а также удаления коррозии, является использование слабощелочных растворов синтетических моющих средств, в том числе органических специальных растворителей с применением высокочастотных ультразвуковых колебаний.

Кавитационно-нестойкие виды загрязнения (например, такие как пыль, органика, элементы коррозии) также без проблем устраняются путем использования ультразвуковой очистки, в том числе без специальных растворов.

Существенные плюсы этого метода:

- хорошая производительность – 20-30 минут;
- отличное качество очистки изделия;
- минимизирован ручной труд;
- срок годности моющих синтетических средств 2-6 месяцев, при закольцованной системе фильтрации;
- облегченная утилизация использованных моющих средств.

Метод ультразвуковой очистки состоит в следующем. При воздействии ультразвуковой волны в недрах жидкости появляются области с повышенным значением давления, перемежающиеся областями пониженным величиной давления. При увеличении интенсивности колебаний в местах пониженным значением давления (например, узлах

волны) возникают разрывы жидкости, которые со значительной силой захлопываются при перемещении через пучность. Это явление именуется кавитацией. Скорость и качество производимой звуковой очистки коррелируют с химической активностью применяемой жидкости. Если синтетическая жидкость растворяет имеющуюся грязь, то очистка осуществляется не только за счет воздействий кавитационных пузырьков, но и с помощью химического взаимодействия самого растворителя и грязи. В этом случае процесс ультразвуковой очистки значительно интенсифицируется.

Аппараты, применяемые для получения таких явлений, именуют ультразвуковыми генераторами. В современных аппаратах высокочастотные колебания используемого электрического тока трансформируются в механические колебания за счет магнитострикционных, а также пьезоэлектрических преобразователей.

Ультразвуковую очистку осуществляют в емкости с органическими, в том числе щелочными растворами, в которую установлен преобразователь, трансформирующий колебания жидкости (рисунок 1).

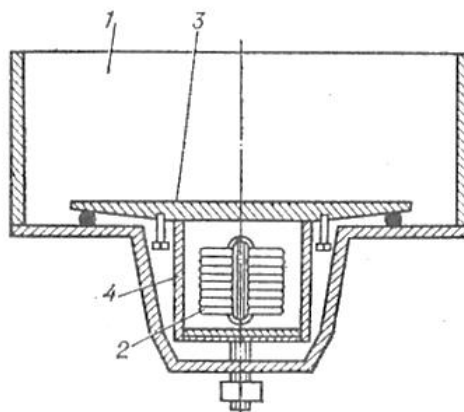


Рисунок 1 – Схема технического устройства ультразвуковой ванны

1 – ванна с синтетическим моющим раствором; 2 – собственно преобразователь; 3 – излучающая (специальная) диафрагма; 4 – бачок для охлаждения конструкции преобразователя непрерывным потоком воды.

Ключевой элемент технического устройства ультразвукового аппарата является емкость (ванна). В зависимости от назначения литраж ванн может варьировать от 0,21 л до сотен литров, величина мощности ультразвука - от 51 Вт до десятков кВт. В наиболее распространенном техническом устройстве аппарата (рисунок 1) дном емкости служит излучающая (специальная) диафрагма 3 колебания, которые формируются преобразователем 2.

Магнитострикционные преобразователи трансформируют энергию магнитного поля в образуемую механическую (например, звуковую или ультразвуковую) [13]. Их функционирование базируется на магнитоупругом эффекте, то есть на том эффекте, что ряд металлов (например, железо, никель, кобальт), а также их сплавы деформируются в действующем магнитном поле. Если стержень из такого материала установить вдоль

переменного магнитного поля, то он начнет попеременно уменьшаться и увеличиваться, то есть подвергаться механическим колебаниям в соответствии с частотой действующего переменного магнитного поля, а также реализуемой амплитудой, пропорциональной его индукции. Вибрации преобразователя образуют в используемой твердой, в том числе жидкой среде, с которой он непосредственно соприкасается, волны ультразвука той же частоты.

Магнитострикционный преобразователь – технологически сложное, а также капиталоемкое изделие. Магнитострикционные преобразователи технологически сложны в изготовлении. Кроме того, они предусматривают для своего функционирования использование тока большой силы (рисунок 2). Это предполагает, во-первых, использование подходящего генератора, а во-вторых, предопределяет длину применяемого кабеля – не более 8 метров.

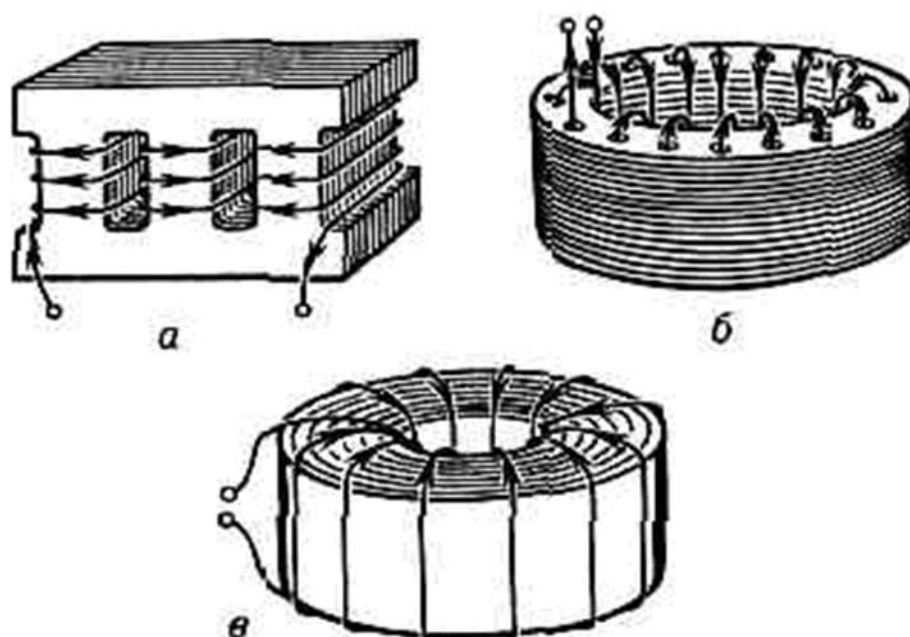


Рисунок 2 – Преобразователи из специальных магнитострикционных материалов.
а – стержневой конструкции; б, в – кольцевидный

Питание преобразователей коррелирует с необходимой мощностью транзисторных, а также ламповых, в том числе транзисторных генераторов. Для поддержания равномерности распределения ультразвукового поля в емкости (ванне) применяются изгибно-колеблющиеся специальные диафрагмы, возбуждаемые с помощью системы разнесённых преобразователей. Резонансные волноводы используются также для внедрения ультразвука в специальные синтетические моющие среды.

Очистка поверхностей от коррозии с высоким качеством, а также обезжиривание, в том числе протравливание улучшает показатели изделия, как по ремонтпригодности, так и по работоспособности. Этим условиям соответствует ультразвуковой способ очистки составных элементов конструкции с использованием магнитострикционного преобразователя.

Заключение. Анализ современных установок для очистки составляющих частей кузовов автотракторной техники позволил определить наиболее перспективную с целью ее дальнейшей модернизации и реализации в качестве подготовки к написанию выпускной квалификационной работы.

Список литературы

1. *Асалханов П.Г.* Модели оптимизации производства сельскохозяйственной продукции с экспертными оценками своевременности посева / *П.Г. Асалханов, Я.М. Иванько, М.Н. Полковская* // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 3. С. 5-10.

2. *Бураев М.К.* Модель износа деталей шарнирного сочленения полурама трактора к-701 / *М.К. Бураев, А.В. Шистеев, П.И. Ильин, А.И. Аносова, А.Ю. Жабин* // В сборнике: Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса. Юбилейный сборник научных трудов XIII международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Донского государственного технического университета (Ростовского-на-Дону института сельхозмашиностроения), в рамках XXIII Агропромышленного форума юга России и выставки "Интерагроماش". В 2-х томах. - 2020. - С. 454-456.

3. *Выборов П.Ю.* Статистические методы диагностики аппаратов пневматического тормозного привода // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых «Научные исследования и разработки к внедрению в АПК». – Иркутск: Иркутский ГАУ. - 2020. - С. 249-255.

4. *Духнич Е.Д.* Компьютерная диагностика транспортных средств // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК». Иркутский государственный аграрный университет. - 2020. - Т. III. - С. 168-172.

5. *Мазитов А.Д.* Использование горючих газов в качестве топлива поршневых двигателей и анализ трудов по данной теме / *А.Д. Мазитов, С.Н. Шуханов* // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых «Научные исследования и разработки к внедрению в АПК». - Иркутск: Изд-в Иркутский ГАУ, 2020. - С. 258-265.

6. *Стародубцев Ю.И.* Магнитомягкие материалы // Энциклопедический словарь-справочник. - Москва: Техносфера. 2011. – 644 с.

7. *Шуханов С.Н.* Интерпретация качественных показателей функционирования двигателя УЗАМ-331.10 при работе на газообразном топливе // Известия Международной академии аграрного образования. 2020. № 51. С. 32-36.

8. *Шуханов С.Н.* Надежность работы машинно-тракторного агрегата / *С.Н. Шуханов, А.В. Кузьмин, П.А. Болоев* // Инженерные технологии и системы. – 2020. – Т.30., № 1. с. 8-20.

9. *Шуханов С.Н.* Некоторые мероприятия по улучшению состояния почвы при возделывании сельскохозяйственных культур // Международный технико-экономический журнал. - 2019. - № 4. - С. 33-37.

10. *Шуханов С.Н.* Определение концентрации газа в смазочном материале трансмиссий энергонасыщенных тракторов сельскохозяйственного назначения / *С.Н. Шуханов* // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. - № 8. – С.37-40.

11. *Шуханов С.Н.* Повышение эффективности ножевых рабочих органов при глубоком мелиоративном рыхлении // Известия Международной академии аграрного образования. - 2019. - № 46. - С. 89-92.

12. *Шуханов С.Н.* Совершенствование работы двигателей тракторов сельскохозяйственного назначения путем автоматического регулирования // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2019. - № 7 (177). - С. 168-172.

References

1. *Asalkhanov P.G.* Models of optimization of agricultural production with expert assessments of

the timeliness of sowing / Modeling of systems and processes. 2019, Vol. 12, no, 3, pp. 5-10.

2. *Buraev M.K., Shisteev A.V., Ilyin P.I., Anosova A.I., Zhabin A. Yu.* Model of wear of parts of the articulated joint for semi-frames of the K-701 tractor / In the collection: State and prospects for the development of the agro-industrial complex. Jubilee collection of scientific papers of the XIII international scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the Don State Technical University (Rostov-on-Don Institute of Agricultural Engineering), in the framework of the XXIII Agro-Industrial Forum of the South of Russia and the Interagromash exhibition. In 2 volumes, 2020, pp. 454-456.

3. *Vyborov P.Yu.* Statistical methods of diagnostics of pneumatic brake drive devices // Materials of the international scientific-practical conference of young scientists "Research and development for implementation in the agro-industrial complex." Irkutsk state agricultural university, 2020, pp. 249-255.

4. *Dukhnich E.D.* Computer diagnostics of vehicles // Materials of the All-Russian scientific-practical conference "Scientific research of students in solving urgent problems of the agro-industrial complex." Irkutsk state agricultural university. 2020, no, III, pp. 168-172.

5. *Mazitov A.D.* Use of combustible gases as fuel for piston engines and analysis of works on this topic / Materials of the international scientific-practical conference of young scientists "Research and development for implementation in the agro-industrial complex." Irkutsk state agricultural university, 2020, pp. 258-265.

6. *Starodubtsev Yu.I.* Soft magnetic materials // Encyclopedic Dictionary. Moscow: Technosphere. 2011, 644 p.

7. *Shukhanov S.N.* Interpretation of the qualitative indicators of the operation of the UZAM-331.10 engine when operating on gaseous fuel // News of the International Academy of Agrarian Education. 2020, Vol. 51, pp. 32-36.

8. *Shukhanov S.N., Kuzmin A.V., Boloev P.A.* Reliability of the machine-tractor unit / S.N. Shukhanov, // Engineering technologies and systems. 2020. Vol. 30, no. 1. pp. 8-20.

9. *Shukhanov S.N.* Some measures to improve the condition of the soil in the cultivation of agricultural crops // International technical and economic journal. 2019, no, 4, pp. 33-37.

10. *Shukhanov S.N.* Determination of gas concentration in the lubricant of transmissions of power-saturated agricultural tractors. Tractors and agricultural machines. 2017, Vol. 8, pp.37-40.

11. *Shukhanov S.N.* Increasing the efficiency of knife working bodies with deep ameliorative loosening // News of the International Academy of Agrarian Education. 2019. Vol. 46. pp. 89-92.

12. *Shukhanov S.N.* Improving the operation of engines of agricultural tractors by automatic regulation // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2019. Vol. 7 (177). pp. 168-172.

Сведения об авторах

Егоров Игорь Борисович – студент 4 курса инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный тел. 89041209854, e-mail: Igoresha.98@mail.ru).

Коваливнич Виктория Дмитриевна – старший преподаватель кафедры «Техническое обеспечение АПК», Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, Молодежный тел. 89041209854, e-mail: Igoresha.98@mail.ru).

Information about authors

Egorov Igor Borisovich – student of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky, (664038, Russia, Irkutsk district, Irkutsk region, Molodezhny, tel. 89041209854, e-mail: Igoresha.98@mail.ru).

Kovalivnich Victoriya Dmitrievna – senior lecturer of the department "Technical support of agriculture", Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky, (664038, Russia, Irkutsk district, Irkutsk region, Molodezhny, tel.89086546032, e-mail: Shuhanov56@mail.ru).

УДК 533.9

МЕХАНИЗМ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КОРОННОГО РАЗРЯДА И ПРОЦЕСС ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОВОДОВ ЗАЖИГАНИЯ

Егоров И.Б., Коваливнич В.Д.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Уровень развития агропромышленного комплекса страны во многом определяет поддержка со стороны современных научных исследований. Не составляет в этом плане автотракторная техника. Проведено исследование механизма осуществления коронного разряда. Анализ процесса функционирования проводов зажигания. Проведен сравнительный анализ функционирования различных видов современных проводов высокого напряжения для систем зажигания автотракторной техники, который позволил выявить их положительные и отрицательные стороны. Это в свою очередь создало основу для дальнейшей модернизации систем зажигания с целью улучшения качественных показателей.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, коронный разряд, автотракторная техника.

CORONA DISCHARGE MECHANISM AND IGNITION WIRE OPERATION PROCESS

Egorov I.B., Kovalivnich V.D.

Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

The level of development of the country's agro-industrial complex largely determines the support from modern scientific research. In this regard, autotractor equipment does not make up. A study of the mechanism of corona discharge was carried out. Analysis of ignition wires operation process. Data were obtained and a comparative analysis of the functioning of various types of modern high-voltage wires of auto-tractor ignition systems was carried out, which made it possible to identify their positive and negative aspects. This, in turn, created the basis for further modernization of ignition systems in order to improve quality.

Keywords: agro-industrial complex, corona category, auto-tractor equipment.

Введение. Уровень развития агропромышленного комплекса страны во многом определяет поддержка со стороны современных научных исследований [1-5]. Не составляет в этом плане исключение автотракторная техника [6-10].

Цель работы. Анализ технологического процесса работы проводов зажигания при реализации коронного разряда для улучшения функционирования проводов зажигания.

Материалы и методы. Исследование механизма осуществления коронного разряда. Анализ процесса функционирования проводов зажигания.

Результаты исследования. Одним из ключевых составляющих, отвечающих за корректную работу двигателя внутреннего сгорания, являются свечи зажигания. Техническое состояние свечи обеспечивает

качественный запуск двигателя, реальную стабильность его функционирования на всех режимах, а так же приемистость мобильного транспортного средства, максимально достижимую скорость, в том числе минимальный расход топлива. При этом важнейшим элементом работы системы зажигания является механизм коронного разряда.

Подаваемое высокое значение напряжения на конструкцию клеммы склонно к утечке по рабочей поверхности изолятора, а также может пробивать существующую изоляцию воздуха в пространстве между изолятором и устройством металлического корпуса. Этот процесс является коронным разрядом. Образовавшийся коронный разряд прогрессирует в направлении клеммы. Собственно коронный разряд излучает светло-синий цвет, который может быть виден в темное время суток.

После демонтажа свечи зажигания на нижней части самого изолятора не редко проявляются пятна, указывающие на вероятную утечку отработавших газов. Эти пятна возникают не по причине утечки газа, а в результате коронного разряда за счет прилипания существующих взвешенных в воздухе мельчайших элементов масла под реальным действием высокого напряжения. Для практической борьбы с этим явлением на конструкции изолятора предусмотрены ребра (гофры). Они позволяют заметно увеличить длину собственно изолятора: конструкция изолятора с пятью специальными гофрами способствует увеличению реализуемого напряжения на 10 кВ относительно конструкции изолятора без гофр.

Для более полного понимания работы системы зажигания важно знать механизм функционирования проводов зажигания.

Высокое напряжение (до 25 кВ), которое образуется в катушке зажигания, сначала должно иметь возможность "транспортироваться" через кабель высокого напряжения к свече зажигания. Чтобы обеспечить кабелю гарантированно корректную работу, к нему предъявляется целый комплекс необходимых требований.

Высококлассные изоляционные показатели, гарантированно высокая термостойкость (до 200°C), неприхотливость к вибрациям, перепадам значений температуры, также влажности - вот главные критерии, которые должны иметь место в высококачественном проводе зажигания. Стабильно, надежно и в течение продолжительного времени, при реально экстремальных условиях.



Рисунок 1 – Кабель с сердечником из медной проволоки

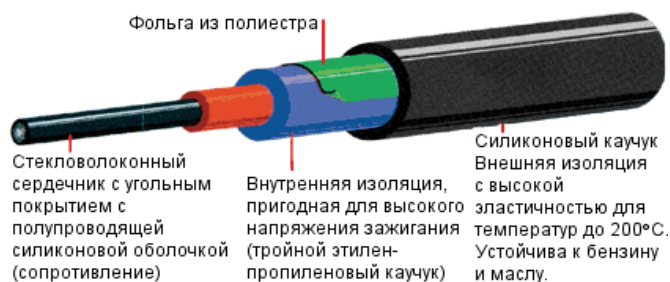


Рисунок 2 – Кабель со стекловолоконным сердечником с угольным покрытием с полупроводящей силиконовой оболочкой

Система используемого зажигания предусматривает также оптимального "ближнего" подавления помех, чтобы обеспечить бесперебойную работу радиоприемников, электронной аппаратуры связи, устройств управления функционирования двигателя, а также коробкой передач.

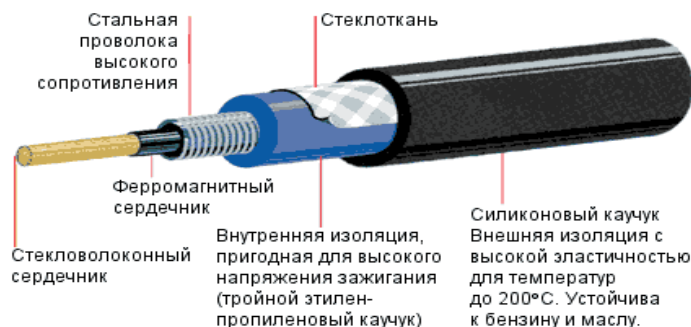


Рисунок 3 – Кабель из стекловолоконного сердечника и стальной проволоки высокого давления

Принципиально это можно представить следующим образом: система зажигания включает в себя катушку, а также конденсаторы, что с позиций электротехники имеет название также колебательного контура. При этом установленные в контур зажигания устройства помехоподавляющих резисторов (большой частью с сопротивлением 1-5 кОм) уменьшают действующие электромагнитные колебания, обеспечивая совместное функционирование без помех различных технических устройств, что имеет определение электромагнитной совместимости. Уникальность имеют провода высокого напряжения с реактивным сопротивлением (рис. 3), которое варьирует в зависимости от частоты зажигания (частота вращения вала двигателя). При этом значение сопротивления увеличивается при высокой частоте вращения благодаря катушке (индуктивное реактивное сопротивление).

Предположение, что сопротивление уменьшает энергию зажигания и в этой связи уменьшает мощность двигателя, неверно, так как применяемое сопротивление подобрано таким образом, чтобы это уменьшение было

пренебрежимо мало. Реальным фактом является то, что предлагаемый в настоящее время ассортимент различных проводов высокого напряжения обеспечивает наилучшее подавление существующих помех при оптимальной мощности зажигания, а также с тем качеством, которое предъявляется к изготовителям комплектующих изделий. Гарантированно надежно, стабильно, в том числе экономично, на протяжении длительного периода времени.

Выводы. Проведенные исследования позволили рассмотреть процессы, происходящие в системе зажигания современных транспортных средств. Это позволяет в дальнейшей улучшить качественные показатели.

Список литературы

1. *Асалханов П.Г.* Модели оптимизации производства сельскохозяйственной продукции с экспертными оценками своевременности посева / *П.Г. Асалханов, Я.М. Иванько, М.Н. Полковская* // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 3. - С. 5-10.

2. *Бураев М.К.* Модель износа деталей шарнирного сочленения полурам трактора к-701 / *М.К. Бураев, А.В. Шистеев, П.И. Ильин, А.И. Аносова, А.Ю. Жабин* // В сборнике: Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса. Юбилейный сборник научных трудов XIII международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Донского государственного технического университета (Ростовского-на-Дону института сельхозмашиностроения), в рамках XXIII Агропромышленного форума юга России и выставки "Интерагромаш". В 2-х томах. - 2020. - С. 454-456.

3. *Выборов П.Ю.* Статистические методы диагностики аппаратов пневматического тормозного привода // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых «Научные исследования и разработки к внедрению в АПК». – Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ, 2020. - С. 249-255.

4. *Духнич Е.Д.* Компьютерная диагностика транспортных средств // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК». – Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ, 2020. - Т. III. - С. 168-172.

5. *Мазитов А.Д.* Использование горючих газов в качестве топлива поршневых двигателей и анализ трудов по данной теме / *А.Д. Мазитов, С.Н. Шуханов* // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых «Научные исследования и разработки к внедрению в АПК». – Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ, 2020. - С. 258-265.

6. *Стародубцев Ю.И.* Магнитомягкие материалы // Энциклопедический словарь-справочник. - Москва: Техносфера. 2011. – 644 с.

7. *Шуханов С.Н.* Интерпретация качественных показателей функционирования двигателя УЗАМ-331.10 при работе на газообразном топливе // Известия Международной академии аграрного образования. - 2020. - № 51. - С. 32-36.

8. *Шуханов С.Н.* Надежность работы машинно-тракторного агрегата / *С.Н. Шуханов, А.В. Кузьмин, П.А. Болоев* // Инженерные технологии и системы. – 2020. – Т.30. - № 1. с. 8-20.

9. *Шуханов С.Н.* Некоторые мероприятия по улучшению состояния почвы при возделывании сельскохозяйственных культур // Международный технико-экономический журнал. - 2019. - № 4. - С. 33-37.

10. *Шуханов С.Н.* Определение концентрации газа в смазочном материале трансмиссий энергонасыщенных тракторов сельскохозяйственного назначения / *С.Н. Шуханов* // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. - № 8. – Сс.37-40.

References

1. *Asalkhanov P.G.* Models of optimization of agricultural production with expert assessments of the timeliness of sowing / Modeling of systems and processes. 2019, Vol. 12, no. 3, pp. 5-10.

2. *Buraev M.K., Shisteev A.V., Ilyin P.I., Anosova A.I., Zhabin A. Yu.* Model of wear of parts of the articulated joint for semi-frames of the K-701 tractor / In the collection: State and prospects for the development of the agro-industrial complex. Jubilee collection of scientific papers of the XIII international scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the Don State Technical University (Rostov-on-Don Institute of Agricultural Engineering), in the framework of the XXIII Agro-Industrial Forum of the South of Russia and the Interagromash exhibition. In 2 volumes, 2020, pp. 454-456.

3. *Vyborov P.Yu.* Statistical methods of diagnostics of pneumatic brake drive devices // Materials of the international scientific-practical conference of young scientists "Research and development for implementation in the agro-industrial complex." Irkutsk state agricultural university, 2020, pp. 249-255.

4. *Dukhnich E.D.* Computer diagnostics of vehicles // Materials of the All-Russian scientific-practical conference "Scientific research of students in solving urgent problems of the agro-industrial complex." Irkutsk state agricultural university. 2020, no III, pp. 168-172.

5. *Mazitov A.D.* Use of combustible gases as fuel for piston engines and analysis of works on this topic / Materials of the international scientific-practical conference of young scientists "Research and development for implementation in the agro-industrial complex." Irkutsk state agricultural university, 2020, pp. 258-265.

6. *Starodubtsev Yu.I.* Soft magnetic materials // Encyclopedic Dictionary, Moscow: Technosphere. 2011, 644 p.

7. *Shukhanov S.N.* Interpretation of the qualitative indicators of the operation of the UZAM-331.10 engine when operating on gaseous fuel // News of the International Academy of Agrarian Education, 2020, Vol. 51, pp. 32-36.

8. *Shukhanov S.N., Kuzmin A.V., Boloev P.A.* Reliability of the machine-tractor unit / S.N. Shukhanov, // Engineering technologies and systems. 2020, Vol.30, no. 1, pp. 8-20.

9. *Shukhanov S.N.* Some measures to improve the condition of the soil in the cultivation of agricultural crops // International technical and economic journal. 2019, no. 4. pp. 33-37.

10. *Shukhanov S.N.* Determination of gas concentration in the lubricant of transmissions of power-saturated agricultural tractors. Tractors and agricultural machines. 2017, Vol. 8, pp.37-40.

Сведения об авторах

Егоров Игорь Борисович – студент 4 курса инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный тел. 89041209854, e-mail: Igoresha.98@mail.ru).

Коваливнич Виктория Дмитриевна – старший преподаватель кафедры «Техническое обеспечение АПК», Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, Молодежный тел. 89041209854, e-mail: Igoresha.98@mail.ru).

Information about authors

Egorov Igor Borisovich – student of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky, (664038, Russia, Irkutsk district, Irkutsk region, Molodezhny, tel. 89041209854, e-mail: Igoresha.98@mail.ru).

Kovalivnich Victoriya Dmitrievna – senior lecturer of the department "Technical support of agriculture", Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky, (664038, Russia, Irkutsk district, Irkutsk region, Molodezhny, tel.89086546032, e-mail: Shuhanov56@mail.ru).

УДК 621.785.54/.56

ОБЗОР И КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ЛАЗЕРОМ

Канарик С.Н., Крук Д.В., Агафонов С.В.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

Развитие технологий требует от современных предприятий индустрии металлообрабатывающей промышленности своевременно повышать качество создаваемых материалов путем разработки, долговечных, а самое главное экономичных путей их изготовления [1, 2].

На сегодняшний день существует несколько способов химико-термической обработки металлов: азотирование, цементация, нитроцементация. Для выполнения определённых работ, для которых необходим высококачественный металл с повышенным требованием к вязкости, необходимую твердость создают путём закалки поверхностного слоя металла, что позволяет обеспечить большую вязкость в сердцевине заготовки и выгодно из-за распределения ударной нагрузки на всю площадь сечения используемого инструмента. При этом сама заготовка может иметь «тело» из более мягкого материала, а обработан будет только поверхностный слой заготовки, что в целом уменьшает нагрузку на ударную поверхность за счет возникновения сопротивления разрушению в виде упругих деформаций внутри металла.

Ключевые слова: металлообработка, вязкость, твердость, наплавка, металл.

OVERVIEW AND CLASSIFICATION OF METAL PROCESSING TECHNOLOGY LASER

Kanarik S.N., Kruk D.V., Agafonov S.V.

Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

The development of technologies requires modern enterprises of the metalworking industry to timely improve the quality of the materials created by developing durable, and most importantly, economical ways of their manufacture [1, 2].

Today there are several methods of chemical-thermal treatment of metals: nitriding, carburizing, nitrocarburizing. To perform certain works that require high-quality metal with an increased requirement for toughness, the required hardness is created by quenching the surface layer of the metal, which allows for high toughness in the core of the workpiece and is beneficial due to the distribution of the shock load over the entire cross-sectional area of the tool used. In this case, the workpiece itself can have a "body" made of a softer material, and only the surface layer of the workpiece will be processed, which generally reduces the load on the impact surface due to the appearance of resistance to fracture in the form of elastic deformations inside the metal. *Key words:* metalworking, viscosity, hardness, surfacing, metal.

Введение. Обработка материала лазером, в том числе и термообработка, основывается на использовании излучения лазера, которое способствует создавать на очень ограниченном участке поверхности высокие плотности теплового поля, необходимые для интенсивного нагрева или расплавления [1, 2].

Поскольку лазеры являются генераторами света – во время их влияния на обрабатываемую поверхность сплава часть потока лазерного излучения от неё отражается, а остальная часть проникает на малую глубину. Количество отраженного излучения зависит от природы материала и предварительной подготовки поверхности [3, 4].

Цель работы – провести обзор существующих на сегодняшний день технологий лазерной обработки металлов, привести основную классификацию современных методов, выбрать наиболее эффективные способы обработки.

Материалы и обсуждение. Энергия лазерного излучения практически полностью поглощается электронами в небольшом поверхностном слое толщиной $10^{-6} - 10^{-7}$ м. Вследствие этого наблюдается резкий рост температуры. Дальнейшее нагревание металла производится за счёт теплопроводности материала [5].

Процессы распространения теплоты зависят от интенсивности теплового воздействия и от коэффициента теплопроводности материала. Состояние поверхности является основным показателем определяющим эффективность поглощения лазерного излучения металлами. Для увеличения эффективности поглощения желательнее применять нанесение покрытий с низкой отражающей способностью. Сейчас используют такие покрытия как химические, углеродистые, лакокрасочные и водорастворимые. В условиях производства часто применяется фосфатирование поверхностей [6].

Обычно лазерная закалка производится при $10^3 - 10^4$ Вт/см². При том сам процесс закалки осуществляется за счёт интенсивного отвода тепла в глубину металла - процесс самозакалки. При процессе лазерной закалке обычно применяют лазеры непрерывного действия, они способствуют осуществлять обработку со скоростью $10^2 - 10^4$ мм/мин. После обработки на одной плоскости сплава получается закалённая полоса. При закалке крупных участков поверхностей сплавов закалку осуществляют полосами, при этом рекомендуется производить небольшие отступы между этими полосами для недопущения появления мягких пятен. После закалки обработанный слой металла состоит из участка оплавления, участка термического влияния, переходного участка - участка отпуска с низкой твердостью и участка основного металла. Участок термического влияния может представлять собой слой мартенсита насыщенного углеродом и ниже слой неполной закалки. Насыщение азотом производится из воздуха при влиянии высоких температур [7].

Заэвтектоидные стали рекомендуют упрочнять пользуясь режимами, обеспечивающие получение структур с нерастворёнными карбидами, т.е. процесс лазерной термообработки следует проводить с более высокими скоростями охлаждения. Для таких сталей действенной считается импульсная закалка с оплавлением поверхности. В среднеуглеродистых легированных сталях таких, как 40Х, 38ХМ, 65Г, при обработке с минимальным оплавлением, получается более высокая прочность, чем в

среднеуглеродистых сталях без легирующих составляющих. Для того чтобы получить наибольшую твердость в высоколегированных сталях, рекомендуется упрочнять их при короткой длительности излучения лазера. Высоколегированные инструментальные стали по типу X12 и P18 рекомендуется обрабатывать в ограниченном интервале режимов лазерной обработки, при которых в мартенсите углерод располагается в достаточном количестве, а растворение карбидов пребывает в начальной стадии. При термообработке чугунов лазером возникает несколько различных зон, таких как: зона оплавления; зона закалки; переходная зона [8].

Классификация методов поверхностной лазерной обработки. В зависимости от соотношения времени действия излучения и времени релаксации, а также от плотности мощности излучения лазера при обработке сплавов лазером могут иметь место различные эффекты взаимодействия излучения с металлической поверхностью. Учитывая это, разрабатывают самые разные методы обработки металлов при помощи лазера [9].

Во время лазерного облучения поверхности в процессе нагревания и охлаждения в микрообъемах возникают фазовые превращения, которые возможно предсказать по диаграммам состояния имеющихся сплавов. Классификация методов лазерной обработки происходит по типу физических процессов, осуществляющихся при влиянии излучения на поверхность материала, а также по некоторым известным технологическим признакам [6].

Методы лазерной термообработки аналогичны обычным методам термической обработки сплавов. При выполнении поверхностной лазерной обработки проводят следующие технологические процессы: 1) лазерную термообработку; 2) лазерное оплавление; 3) получение поверхностных покрытий; 4) ударное воздействие; 5) инициирование химических реакций.

Лазерная термообработка включает в себя лазерную закалку (термоупрочнение), отжиг и отпуск.

Для осуществления процесса лазерной закалки небольшой участок поверхности данной детали подвергают нагреву при помощи излучения до сверхкритических температур. После того, как действие излучения прекращается, происходит охлаждение данного участка с высокой скоростью в результате теплоотвода во внутренние слои металла. В результате чего, образуются закалочные структуры в сплавах с высокой твердостью [10].

В том случае, когда толщина обрабатываемой детали соизмерима с размерами зоны лазерного воздействия и условия ускоренного теплоотвода не обеспечиваются, имеет место лазерный отжиг. Такая технологическая операция заключается в нагреве лазером закалённых деталей до температур ниже критических. Она нашла широкое применение в микроэлектронике для отжига полупроводниковых материалов, особенно имплантированных на металлические подложки. Отжиг может быть использован для обработки

мелких деталей в приборостроении, например пружинных элементов и др. [4].

Лазерный отпуск - применяется при необходимости локального увеличения пластичности или ударной вязкости, например, в местах соединения различных деталей. Сталь после лазерного отпуска имеет большую прочность, твердость, ударную вязкость, чем после традиционной технологии отпуска.

Лазерное оплавление, как технологическая операция для улучшения качества поверхности (уменьшения пористости или шероховатости) стало развиваться с началом использования лазерного излучения. При оплавлении режимы обработки подбирают исходя из требований получения наилучшей микрогеометрии поверхности; при этом скорость охлаждения, как правило, не регламентируется. Так как при аморфизации скорость охлаждения должна быть достаточной для получения аморфного состояния, глубина оплавления не должна превышать 50 мкм.

Инициирование химических реакций на поверхности сплавов путем теплового воздействия лазерного излучения или с использованием плазменного облака вблизи поверхности осуществляют для окисления или восстановления отдельных компонентов сплава или получения специальных соединений [5].

Химико-термическая обработка. Химико-термическая обработка стали – это процесс, при котором происходят изменения не только в поверхностных слоях, но и в химическом составе и структуре металла. Этот вид обработки применяется в ситуациях, когда возникает необходимость получить твердую деталь, которая является износостойкой и в то же время сохраняет вязкость сердцевины. Отличительными особенностями такого металла являются коррозионная стойкость, повышенная степень стойкости. Лазерная обработка материалов, в том числе термообработка, основана на использовании лазерного излучения, что позволяет создавать высокие плотности теплового поля, необходимые для интенсивного нагрева или плавления на очень малой площади поверхности.

Цементация – процесс, который позволяет стальной конструкции насыщаться углеродом. Сердцевина остается мягкой, однако благодаря покрывающему слою увеличивается поверхностная прочность. Растворы графита или сажи в ацетоне, спирте и других растворителях могут быть использованы в качестве паст или покрытий для лазерной цементации сталей. Поскольку такие покрытия крошат поверхность, в растворах часто используются различные лаки: бакелитовые, пековым, каменноугольным и др. Кроме того, в состав паст добавляют активирующие добавки: буру, хлористый аммоний и др., которые повышают степень усвоения элемента металлом в результате активации диффузии, точно так же, как и при использовании диффузионных методов получения поверхностных покрытий. Лазерная цементация применяется для повышения твердости углеродистых сталей.

Азотирование – поверхностный слой стальной детали насыщается кислородом. При лазерном азотировании в качестве пасты используется аммиачная соль. Азотирование железоуглеродистых сплавов из газовой фазы проводят в азоте при высоком давлении в специальной камере. Гораздо проще выполнить газовое азотирование в струе аммиака. Для выполнения азотирования из жидкой фазы деталь помещают в жидкий азот. Лазерное азотирование применяется для повышения твердости, износостойкости и термостойкости деталей.

Нитроцементация – это процесс химико-термической обработки, при котором поверхностные слои стальных изделий одновременно насыщаются углеродом и азотом в газовой среде. После лазерной нитроцементации детали закаляются, а затем подвергаются низкому отпуску при температуре от + 160 до +180 °С. Твердость поверхностно упрочненного и нитроцементированного слоя составляет 60 – 62 HRC. При лазерной нитроцементации совмещаются процессы газовой цементации и азотирования. Газовая смесь включает в себя эндогаз, до 13 % природного газа и до 8 % аммиака. Использование лазерного излучения для упрочнения поверхности конструкционных сталей позволяет получить необходимую толщину модифицированных слоев при более высокой достигнутой твердости, чем при цементации. К преимуществам метода относятся: локальный характер теплового воздействия, минимальные тепловые деформации, теоретически широкий диапазон регулирования энергетических характеристик лазерного излучения, возможность получения высокопрочных поверхностных слоев. Проводится предварительная объемная термообработка для получения мелкого и равномерного зерна необходимо улучшить обрабатываемость при механической обработке и получить необходимый набор механических свойств.

Вывод. Термообработка металлов изделий, деталей машин и механизмов делает возможным изготовление изделий высокого качества, которые способны работать в самых тяжелых условиях, при предельно допустимых скоростях или нагрузках. Экономический эффект применения лазерного светового луча состоит в понижении затрат на дорогостоящие материалы и повышении срока эксплуатации деталей, инструмента и конструкций.

Список литературы

1. Возможности лазерного легирования при изготовлении быстрорежущего инструмента [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru>
2. Григорьянц А.Г. Технологические процессы лазерной обработки / И.Н. Шиганов, А.И. Мисюрлов // Москва: изд-во МГТУ. – 2008. – 233-235.
3. Лазерная термообработка [Электронный ресурс]. URL: <https://heattreatment.ru/>
4. Поверхностная лазерная обработка [Электронный ресурс]. URL: <https://studref.com>
5. Применение лазерных технологий в различных отраслях промышленности [Электронный ресурс]. URL: <https://studwood.ru/>
6. Применение химико-термической обработки стали [Электронный ресурс]. URL: <https://promzn.ru/>

7. Сварка лазером / Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Заглавная_страница
8. Химико-термическая обработка [Электронный ресурс]. URL: <https://tech.wikireading.ru/8746>
9. Химико-термическая обработка стали, металлов и сплавов – виды, назначение [Электронный ресурс]. URL: <https://intehstroy-spb.ru/spravochnik/himiko-termicheskaya-obrabotka-metallov.html>
10. Химико-термическая обработка [Электронный ресурс]. URL: <https://portal.tpu.ru/portal/page/portal/www>

References

1. The possibilities of laser alloying in the manufacture of high-speed tools [Electronic resource], URL: <https://science-education.ru/ru>
2. *Grigoryants A.G., Shiganov I.N., Misyurov A.I.* Technological processes of laser processing. Moscow: MSTU Publishing House, 2008, pp. 233-235.
3. Laser heat treatment [Electronic resource], URL: <https://heattreatment.ru/>
4. Surface laser treatment [Electronic resource], URL: <https://studref.com/>
5. Application of laser technologies in various industries [Electronic resource], URL: <https://studwood.ru/>
6. Laser welding / Free Encyclopedia [Electronic resource], URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Заглавная_страница
7. Application of chemical and thermal treatment of steel [Electronic resource], URL: <https://promzn.ru/>
8. Chemical and thermal treatment [Electronic resource], URL: <https://tech.wikireading.ru/8746>
9. Chemical and thermal treatment of steel, metals and alloys-types, purpose, [Electronic resource], URL: <https://intehstroy-spb.ru/spravochnik/himiko-termicheskaya-obrabotka-metallov.html>
10. Chemical and thermal treatment [Electronic resource], URL: <https://portal.tpu.ru/portal/page/portal/www>

Сведения об авторах

Канарик Станислав Николаевич – студент инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89247155737, e-mail: BIGhost01@gmail.com).

Крук Даниил Владимирович – студент инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. тел. 89500684278, e-mail: danyakruck777@gmail.com).

Агафонов Сергей Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технический сервис и общеинженерные дисциплины». Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89149024358, e-mail: mech@igsha.ru).

Information about the authors

Kanarik Stanislav Nikolaevich – student of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel. 89247155737, e-mail: BIGhost01@gmail.com).

Kruk Daniil Vladimirovich – student of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel. 89500684278, e-mail: danyakruck777@gmail.com).

Agafonov Sergey Victorovich – candidate of technical sciences, associate professor of the department of "Technical service and general engineering disciplines". Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel. 89149024358, e-mail: mech@igsha.ru).

УДК 62-758.1

ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЙ РЕМОНТ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ КАРТЕРА АВТОМОБИЛЕЙ С ДВС 3S-FE

Кулдошев А.И., Шистеев А.В.

*Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия*

Система вентиляции картерных газов, является неотъемлемой частью двигателя внутреннего сгорания. Работа системы незаметна, но ее исправность очень важная составляющая правильной и качественной работы двигателя. Система рециркуляции картерных газов позволяет значительно снизить вредные выбросы. При этом она является довольно простой в эксплуатации и, практически, не требует вмешательства при ремонте двигателя. Однако ее отказы также не исключены.

На современных двигателях применяется принудительная система вентиляции картера закрытого типа. Система вентиляции картера у разных производителей и на разных двигателях может иметь различную конструкцию. Вместе с тем можно выделить следующие общие конструктивные элементы данной системы: маслоотделитель, клапан вентиляции картера и воздушные патрубки [9].

При работе двигателя из камер сгорания в картер могут просачиваться отработавшие газы. В картере также находятся пары масла, бензина и воды. Все вместе они называются картерными газами. Скопление картерных газов ухудшает свойства и состав моторного масла, разрушает металлические части двигателя. Маслоотделитель предотвращает попадание паров масла в камеру сгорания двигателя, тем самым уменьшает образование сажи [10]. Различают лабиринтный и циклический способы отделения масла от газов. В лабиринтном маслоотделителе (другое наименование успокоитель) замедляется движение картерных газов, за счет чего крупные капли масла оседают на стенках и стекают в картер двигателя. Современные двигатели оборудованы маслоотделителем комбинированного действия.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, система вентиляции, маслоотделитель, картерные газы, система смазки.

VENTILATION SYSTEM PREVENTIVE REPAIR OF CARS EQUIPPED WITH 3S-FE

Kuldoshev A.I., Shisteev A.V.

*Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

The crankcase ventilation system is an integral part of the internal combustion engine. The operation of the system is invisible, but its serviceability is a very important component of the correct and high-quality operation of the engine. The crankcase gas recirculation system can significantly reduce harmful emissions, while being quite simple to operate, practically does not require intervention during engine repair, but its failures are also not excluded.

On modern engines, a closed-type forced crankcase ventilation system is used. The crankcase ventilation system from different manufacturers and on different engines may have a different design. At the same time, the following general structural elements of this system can be distinguished: oil separator, crankcase ventilation valve and air pipes.

When the engine is running, exhaust gases may leak from the combustion chambers into the crankcase. The crankcase also contains oil, gasoline and water vapors. Together they are

called blow-by gases. The accumulation of blow-by gases deteriorates the properties and composition of the engine oil and destroys the metal parts of the engine.

The oil separator prevents oil vapors from entering the engine's combustion chamber, thereby reducing the formation of soot. Distinguish between labyrinth and cyclical methods of separating oil from gases. In the labyrinth oil separator (another name for the damper), the movement of crankcase gases slows down, due to which large drops of oil settle on the walls and drain into the engine crankcase. Modern engines are equipped with a combined-action oil separator.

Key words: internal combustion engine, ventilation system, oil separator, blow-by gases, lubrication system.

Среди различных систем автомобилей система вентиляции картера (рисунок 1) играет значительную роль в формировании топливовоздушной смеси, стабильной и экономичной работы, полной отдаче мощности, защите моторного масла и продления ресурса цилиндропоршневой группы [1, 2].



Рисунок 1 – Система вентиляции картера

Система носит название PCV (Positive Crankcase Ventilation). Однако именно ей незаслуженно уделяется минимум внимания и обслуживания, а многие автовладельцы даже не знают о ее существовании. В данной статье показаны типы систем, основные принципы работы, присущие неисправности, методы проверки и восстановления работоспособности системы вентиляции двигателя 3S-FE [3, 8].

Типы конструкций системы. Для того чтобы снизить до минимума воздействие давления газов, в конструкции двигателя предусмотрена система вентиляции картера. В современных автомобилях применяется система вентиляции закрытого типа (рисунок 2), что необходимо для соблюдения экологических норм [4].

Вентиляция картера двигателя обеспечивает отвод газов из картера во впускной трубопровод паров бензина и выхлопных газов, которые попадают

в нижнюю часть двигателя. Во время тактов сжатия рабочего хода эти пары и газы частично прорываются по стенкам цилиндров в картер двигателя, разжижают масло и очень агрессивны по отношению к деталям кривошипно-шатунного механизма [5, 6]. Кроме этого, обеспечивает целостность уплотнительных сальников, изоляционных прокладок и т.д.

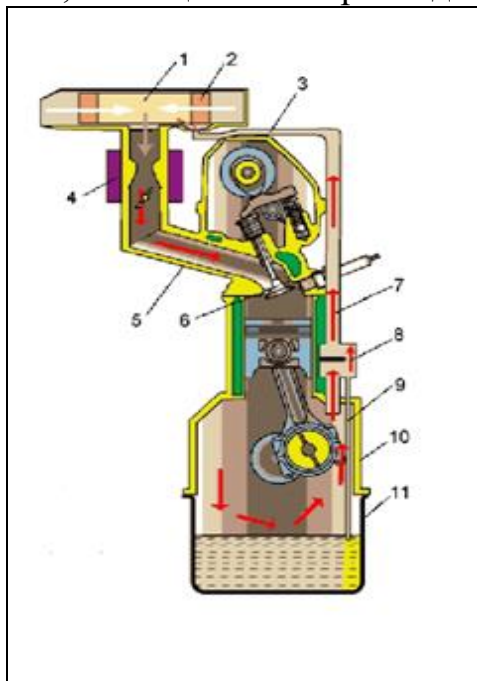


Рисунок 2 – Закрытая система вентиляции картера двигателя

1 – корпус воздушного фильтра; 2 – фильтрующий элемент; 3 - всасывающий коллектор вентиляции картера; 4 – карбюратор; 5 – впускной трубопровод; 6 – впускной клапан; 7 – шланг вентиляции картера; 8 – маслоотделитель; 9 – сливная трубка маслоотделителя; 10 – картер двигателя; 11 – поддон картера

Вентиляция картера осуществляется принудительно за счет разрежения, которое возникает в воздушной горловине инжектора при работе двигателя (рисунок 3). Корпус воздушного фильтра соединяется с картером двигателя с помощью шланга, по которому картерные газы направляются сначала во впускной коллектор, а затем и в цилиндры на дожигание [7].

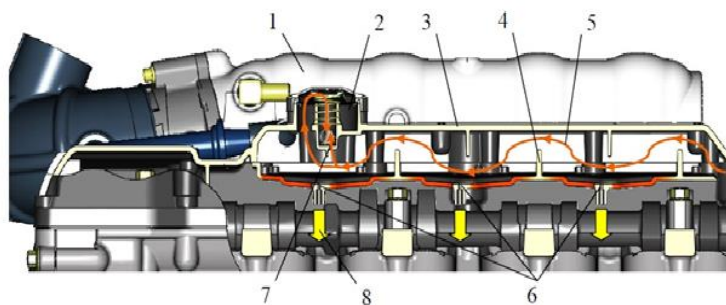


Рисунок 3 – Движение картерных газов в крышке клапанов

1 – ресивер; 2 – клапан разрежения; 3 – крышка клапанов; 4 – маслоотражатель; 5 – траектория движения картерных газов; 6 – отверстия для слива отделенного от картерных газов масла; 7 – отверстие в клапане разрежения; 8 – слив отделенного масла

Материалы и обсуждение. В процессе исследований и наблюдений за работой автомобилей с двигателями марки 3S-FE было сделано заключение, что чистка клапанной крышки и маслоотделителя двигателя, позволяет значительно сократить расход масла, поскольку масляный туман, возникающий в результате смазки под высоким давлением, через клапан вентиляции улетучивается во впускной коллектор мотора. Такой эффект приводит к увеличению расхода масла до 150 – 200 г на каждые 100 км пробега при нормальном режиме эксплуатации.

Данный тип двигателя внутреннего сгорания выпускается довольно давно. Он получает положительные отзывы пользователей технических средств различных марок за счет своей надежности, неприхотливости при эксплуатации [9]. Страной-производителем таких моторов является Япония.

Для проведения профилактического ремонта системы вентиляции клапанной крышки, необходимо использование следующие инструменты (таблица 1).

Таблица 1 – **Материалы для ремонта**

№пп	Наименование	Типоразмер	Количество
Расходные материалы			
1	Сверло по металлу	4,8 мм	1
2	Сверло по металлу	5,0 мм	1
3	Заклепки (алюминий)	4,8 * 12 мм	14
4	Обезжириватель	0,5 л	1
Инструмент			
4	Заклепочник	-	1
5	Зубило	-	1
6	Щетка металлическая	-	1
7	Электродрель	3500 об/мин	1

Рассмотрим этапы проведения профилактического ремонта двигателя. В первую очередь необходимо отключить клеммы аккумулятора, освободить тросики акселератора, а также отсоединить воздушные магистрали головки блока цилиндров. Затем необходимо снять высоковольтные провода системы зажигания, после чего открутить 4 гайки, которые удерживают сальники свечных колодцев, и снять клапанную крышку двигателя, на которой образуется основная часть нагара и отложений (рисунок 4).



Рисунок 4 – **Загрязнение маслоотделительной пластины**

В первую очередь проводится наружная чистка, после чего высверливаются все крепежные элементы пластины – клепки, остатки удаляются при помощи слесарного зубила.

Как правило, в пространстве между пластиной и корпусом крышки скапливается много смолистых отложений, которые представляют собой асфальтовые отложения продуктов разложения бензина, частицы пыли, смолистые основания перегретого моторного масла (рисунок 5).



Рисунок 5 – Загрязнение масляного лабиринта

Очистка производится механическим воздействием при помощи щетки, а также промывки химическими средствами, после чего крепежи пластины рассверливаются под новый диаметр – при помощи сверла диаметром 5 мм. Далее происходит обратная сборка, при этом прокладка монтируется на новый силиконовый герметик (рисунок 6 а, б).

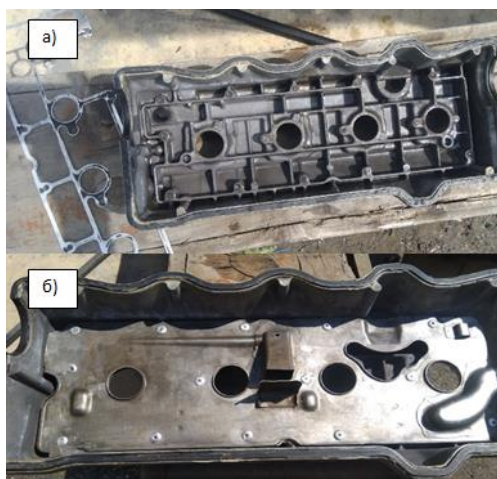


Рисунок 6 – Очистка и монтаж пластины маслоотделителя:

а) – очищенная пластины и лабиринты; б) – готовая к монтажу клапанная крышка

Выводы. Применение вентиляции картера позволяет сократить процент вредных выбросов в атмосферу, снизить угар моторного масла, поддерживать стабильные обороты двигателя при прогреве, так как заборный воздух, смешиваясь с картерными газами, нагревается, что в целом благоприятно воздействует на работу силовой установки.

Несмотря на наличие маслоотделителя воздухопроводы и элементы впуска загрязняются от прохождения картерных газов, вызывая частые отказы приборов при работе. Так, на бензиновых моделях авто покрываются налетом узел дроссельной заслонки и регулятор холостого хода, так как они имеют специальные каналы, выполняющие вытяжную функцию.

При обнаружении признаков неисправности вентиляции картера, рекомендуется, не откладывая, приступить к прочистке и профилактике системы, чтобы сократить до минимума угар масла и износ двигателя. При этом необходимо использовать новую прокладку клапанной крышки, качественные материалы, а также соблюдать меры безопасности при работе с химическими растворителями и металлорежущим инструментом.

Список литературы

1. *Власов Ю.А.* Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования /*Ю.А. Власов.* - Томск: Изд-во Томского ГАСУ, 2004. – 155 с.
2. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / *В.М. Власов, С.В. Жанказиев, С.М. Круглов* / под ред. В. М. Власова. - М.: Академия, 2006. – 167 с.
3. *Виноградов В.М.* Технологические процессы ремонта автомобилей: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. /*В.М. Виноградов* - М.: Академия, 2008. – 215 с.
4. *Виноградов В.М.* Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Основные и вспомогательные технологические процессы: Лабораторный практикум: практикум для студ. учреждений сред. проф. образования / *В.М. Виноградов.* - М.: Академия, 2009. – 321 с.
5. *Дмитриев Н.Н.* Актуальные приемы адаптивной агротехники в условиях усиления засух в Иркутской области / *Дмитриев Н.Н., Солодун В.И., Султанов Ф.С., Разина А.А., Дьяченко Е.Н. и др.* / Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 2017. - 256 с.
6. *Капустин Л.Л.* Автосервис и фирменное обслуживание. - СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2005. – 102 с.
7. *Карагодин В.И.* Ремонт автомобилей и двигателей: учебник для студентов учреждений сред. проф. образования. - М.: Академия, 2005. – 218 с.
8. *Шистеев А.В.* К вопросу об использовании биотоплива в дизельных двигателях / *Болоев П.А., Бураев М.К., Бодякина Т.В.* // Вестник ВСГУТУ. - 2018. - № 3 (70). - С. 31-36.
9. *Шистеев А.В.* Повышение ремонтной технологичности сельскохозяйственных тракторов применением сменно-обменных элементов / *А.В. Шистеев, Бураев М.К.* // В сборнике: Экологическая безопасность и перспективы развития аграрного производства Евразии. Материалы научно-практической конференции, посвященной 60-летию ИрГСХА. – Иркутск, 2013. - С. 65-68.
10. *Шистеев А.В.* Резервы системы обслуживания импортной сельскохозяйственной техники / *А.В. Шистеев, Бураев М.К.* // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2015. - № 6 (128). - С. 120-123.

References

1. *Vlasov Yu.A.* Fundamentals of design and operation of technological equipment. Tomsk: Publishing house of Tomsk state university of architecture and civil engineering, 2004, 155 p.

2. *Vlasov V.M.* Maintenance and repair of cars: a textbook for students. institutions of environments. prof. education. Moscow: Academy, 2006, 167p.

3. *Vinogradov V.M.* Technological processes of car repair: textbook, manual for stud. institutions of environments. prof. education. Moscow: Academy, 2008, 215 p.

4. *Vinogradov V.M.* Maintenance and repair of cars: Basic and auxiliary technological processes: Laboratory workshop: workshop for students. institutions of environments. prof. education. Moscow: Academy, 2009, 321p.

5. *Dmitriev N.N.* Actual methods of adaptive agricultural technology in conditions of increasing droughts in the Irkutsk region. Irkutsk scientifically. Research Institute of Agriculture, 2017, 256 p.

6. *Kapustin L.L.* Car service and company service. St. Petersburg: Publishing house of St. Petersburg State University of Economics, 2005, 102 p.

7. *Karagodin V.I.* Repair of cars and engines: a textbook for students of media institutions. prof. education. Moscow: Academy, 2005, 218 p.

8. *Shisteev A.V., Boloev P.A., Buraev M.K., Bodyakina T.V.* On the issue of using biofuel in diesel engines. Bulletin of VSGUTU, 2018, no. 3 (70), pp. 31-36.

9. *Shisteev A.V.* Improving the repair manufacturability of agricultural tractors by using replaceable-exchange elements. In the collection: Environmental safety and prospects for the development of agricultural production in Eurasia. Materials of the scientific-practical conference dedicated to the 60th anniversary of the Irkutsk agricultural academy, 2013, pp. 65-68.

10. *Shisteev A.V., Buraev M.K.* Reserves of the system of servicing imported agricultural machinery. Bulletin of the Altai state agrarian university, 2015, vol. 6 (128), pp. 120-123.

Сведения об авторах

Кулдошев Абдулла Илхомович – студент инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный тел. 89294398212, e-mail: mech@irgsha.ru)

Шистеев Алексей Валерьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технический сервис и общинженерные дисциплины». Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский рай-он, п. Молодежный, тел. 89025608844, e-mail: drive-er@yandex.ru).

Information about authors

Kuldoshev Abdulla Ilhomovich – student 2th year of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89294398212, email:drive-er@yandex.ru)

Shisteev Alexey Valerievich – candidate of technical sciences, associate professor of the department of "Technical service and general engineering disciplines". Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89025608844, e-mail: drive-er@yandex.ru).

УДК 332

ПОСТРОЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭКОНОМИКИ, ЭКОЛОГИИ И ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Кущева А.А., Ситникова Д.Ю., Елтошкина Е.В.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

Социально-экономическая система предприятия включает в себя следующие подсистемы: производство, работники, природные ресурсы, социальная сфера. Стратегия устойчивого развития предприятия должна основываться на организации взаимодействия подсистем, при которой положительные и отрицательные факторы сводятся к оптимальному соотношению. Разработка такой модели вопрос очень сложный и относится к вопросам принятия управленческих решений. Принятие управленческих решений должно опираться на научно обоснованные прогнозы, полученные с помощью математических моделей, и имитационных экспериментов с применением современных информационных технологий. В данной статье излагается методика построения упрощенной математической динамической модели, описывающей взаимосвязи экономики предприятия с фондами здравоохранения и экологии.

Ключевые слова: математическая модель, экономика, экология, предприятие, управление, организация.

CONSTRUCTION OF DYNAMIC MATHEMATICAL MODEL OF INTERACTION BETWEEN ECONOMY, ECOLOGY AND THE HEALTH OF EMPLOYEES

Kuscheva A.A., Sitnikova, D.Yu., Eltoshkina E.V.

Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

The socio-economic system of the enterprise includes the following subsystems: production, employees, natural resources, and the social sphere. The strategy of sustainable development of the enterprise should be based on the organization of interaction of subsystems, in which positive and negative factors are reduced to an optimal ratio. The development of such a model is a very complex issue and relates to the issues of management decision-making. Management decision-making should be based on scientifically based forecasts obtained using mathematical models and simulation experiments using modern information technologies. This article describes the methodology for constructing a simplified mathematical dynamic model of the relationship between the enterprise economy and funds for health and ecology.

Key words: mathematical model, the economy, environment, enterprise, management, organization.

Интерес к территориальным аспектам изучения социально-экономических систем вызван различиями в формировании механизма экономического развития отдельного предприятия [1, 2]. К таким аспектам относятся географическое положение, природно-ресурсные показатели, производственные показатели, производственная структура, размещение предприятия, механизм функционирования и управления экономикой [3, 4].

Социально-экономическая система предприятия включает в себя следующие подсистемы: производство, работники, природные ресурсы, социальная сфера. В подсистему «производство» входят различные отрасли производственной и непроизводственной сферы, формирующие доход предприятия. Подсистемы «работники» описывает демографическое состояние: численность, возрастной состав, трудовые ресурсы. Подсистема «природные ресурсы» включает в себя информацию об экологическом и природно-ресурсном состоянии региона, в котором находится предприятие. Социальная сфера объединяет такие объекты, как образование и здравоохранение [5, 6].

Перечисленные подсистемы имеют тесную связь между собой, оказывая как положительное, так и отрицательное воздействие друг на друга. Так, например, промышленный рост способствует увеличению дохода предприятия, то есть повышению уровня жизни, качества медицинского обслуживания, повышению образования. С другой стороны, промышленный рост напрямую связан с использованием природных ресурсов и загрязнением окружающей среды, что негативно сказывается на здоровье населения. Стратегия устойчивого развития предприятия должна основываться на организации взаимодействия подсистем, при которой положительные и отрицательные факторы сводятся к оптимальному соотношению.

Разработка такой стратегии вопрос очень сложный и относится к вопросам принятия управленческих решений. Принятие управленческих решений должно опираться на научно обоснованные прогнозы, полученные с помощью математических моделей, и имитационные эксперименты с применением современных информационных технологий [2, 7].

Наша задача, заключается в построении упрощенной модели взаимосвязи экономики предприятия с фондами здравоохранения и экологии. Допустим, что конкретное медицинское учреждение обслуживает только работников предприятия.

Производство предприятия представим моделью [1, 8], в которую входят следующие составляющие:

$K(t)$ - основные производственные фонды;

$Y(t)$ - конечный продукт;

$X(t)$ - валовый продукт;

$I(t)$ - инвестиции;

$C(t)$ - непроизводственные нужды;

$L(t)$ - общая численность персонала;

$W(t)$ - производственные нужды.

Валовый продукт представим следующим уравнением:

$$X(t) = Y(t) + W(t). \quad (1)$$

В свою очередь, конечный продукт имеет вид:

$$Y(t) = I(t) + C(t). \quad (2)$$

Непроизводственные нужды пропорциональны выпуску продукции, следовательно:

$$C(t) = \alpha X(t). \quad (3)$$

Инвестиции в производство связаны с отчислениями на прирост основных фондов и с амортизационными отчислениями:

$$I(t) = q\Delta K(t) + A, \quad (4)$$

где q - коэффициент прироста; $\Delta K(t) = K(t+1) - K(t)$ - прирост производственных фондов; $A = \mu K(t)$ - амортизация основных фондов.

Тогда (4) примет следующий вид:

$$I(t) = q\Delta K(t) + \mu K(t). \quad (5)$$

Получим динамическое уравнение прироста производственных фондов:

$$\begin{aligned} I(t) &= q(K(t+1) - K(t)) + \mu K(t), \\ qK(t+1) &= I(t) + (q - \mu)K(t), \\ K(t+1) &= \frac{1}{q}I(t) + \left(1 - \frac{\mu}{q}\right)K(t). \end{aligned}$$

Непроизводственные нужды $C(t)$ включают в себя заработную плату, отчисления в фонды природоохранных мероприятий, отчисления в фонды здравоохранения, отчисления на выплаты по временной нетрудоспособности.

Отчисления в фонды природоохранных мероприятий находим аналогично инвестициям в основное производство (4):

$$C_3(t) = q_3\Delta K_3(t) + A_3, \quad (7)$$

где $C_3(t)$ - отчисления в фонды природоохранных мероприятий; $K_3(t)$ - основные фонды природоохранных мероприятий; q_3 - коэффициент прироста фондов природоохранных мероприятий; $\Delta K_3(t) = K_3(t+1) - K_3(t)$ - прирост фондов природоохранных мероприятий; $A_3 = \mu_3 K_3(t)$ - амортизация фондов природоохранных мероприятий.

Таким образом, получим

$$C_3(t) = q_3\Delta K_3(t) + \mu_3 K_3(t). \quad (8)$$

Тогда динамическое уравнение прироста фондов природоохранных мероприятий примет следующий вид:

$$K_3(t+1) = \frac{1}{q_3}C_3(t) + \left(1 - \frac{\mu_3}{q_3}\right)K_3(t). \quad (9)$$

Выплаты на заработную плату определяются количеством занятых на предприятии в данный момент.

Численность персонала прямо пропорциональна выпуску продукции:

$$L(t) = \beta X(t), \quad (10)$$

где β - коэффициент трудозатрат на одну единицу продукции.

Выплаты заработной платы описываются следующим уравнением:

$$C_3(t) = \gamma(t)\beta X(t), \quad (11)$$

где $\gamma(t)$ - коэффициент выплаты заработной платы.

Пусть $L_{\text{вн}}(t)$ - общая численность временно нетрудоспособного персонала ввиду болезни, и потери производства составят:

$$X_{\text{П}}(t) = \frac{1}{\beta} L_{\text{вн}}(t). \quad (12)$$

Определим отчисления на фонды здравоохранения. Введем следующие обозначения: $C_m(t)$ - отчисления на здравоохранение, $K_m(t)$ - основные фонды здравоохранения, q_m - коэффициент прироста фондов здравоохранения, $\Delta K_m(t) = K_m(t+1) - K_m(t)$ - прирост фондов здравоохранения, $A_m = \mu_m K_m(t)$ - амортизация фондов здравоохранения.

Динамическое уравнение отчислений на фонды здравоохранения запишем в следующем виде:

$$C_m(t) = q_m \Delta K_m(t) + \mu_m K_m(t). \quad (13)$$

Для прироста фондов здравоохранения составим аналогично динамическое уравнение:

$$K_m(t+1) = \frac{1}{q_m} C_m(t) + \left(1 - \frac{\mu_m}{q_m}\right) K_m(t). \quad (14)$$

Подставим выражения (2), (5), (8), (11), (12) и (14) в тождество (1) для валовой продукции, получаем:

$$X(t) = \alpha X(t) + q \Delta K(t) + \mu K(t) + C_3(t) + C_3(t) + C_m(t) - X_{\text{П}}(t). \quad (15)$$

Таким образом, построена обобщенная модель взаимосвязи экономики предприятия с фондами здравоохранения и экологии.

Список литературы

1. Ашманов С.А. Введение в математическую экономику. / Ашманов С.А. - М.: Наука, 1984. - 296 с.
2. Забудский Г.Г. Математическое моделирование в экономике: учебное пособие / Г.Г. Забудский. - Омск: Изд-во Омского гос. ун-та, 2008. - 90 с.

Инженерно-техническое обеспечение технологических процессов в АПК

3. *Колемаев В.А.* Моделирование сбалансированного экономического роста / *В.А. Колемаев* // Вестник университета. – 2000. - № 1(3). - С.41-48
4. *Кремер Н.Ш.* Высшая математика для экономистов: учебник для вузов / *Н.Ш. Кремер*. - М.: ЮНИТИ, 2007 (2-е издание), 479 с.
5. *Кундышева Е.С.* Математическое моделирование в экономике: учебное пособие / под научн. ред. проф. *Б.А. Сусланова*. - М.: Данилов и Ко, 2004. – 351 с.
6. *Лагоша Б.А.* Оптимальное управление в экономике. - М.: Финансы и статистика, 2003. - 192 с.
7. Моделирование и управление процессами регионального развития / Под редакцией *С.Н. Васильева*. - М.: Физматлит, 2001. – 432 с.
8. *Шелобаев С.И.* Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе. -М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. - 367с.

References

1. *Ashmanov S. A.* Introduction to mathematical economics. Moscow: Nauka. 1984. 296 p.
2. *Vasil'yev S.N.* Modeling and management of regional development processes. Moscow: Fizmatlit, 2001. 432 p.
3. *Zabudskiy G.G.* Mathematical modeling in economics: textbook. Omsk: Izd-vo Omskogo st. un-ty, 2008, 90 p.
4. *Kolemayev V.A.* Modeling balanced economic growth. Moscow: Izd. MGUU, 2000 Vol. 1(3), pp.41-48
5. *Kremer N.S.* Higher mathematics for economists: textbook for universities. Moscow: YUNITI. 2007, (2-nd ed.), 479 p.
6. *Kundysheva Ye.S.* Mathematical modeling in economics: textbook. Moscow: Danilov & Ko. 2004, 351 p.
7. *Lagosha B.A.* Optimal management in the economy. Moscow: Finansy i statistika, 2003, 192 p.
8. *Shelobayev S.I.* Mathematical methods and models in economics, finance, business. Moscow: YUNITI-DANA, 2000, 367p.

Сведения об авторах

Кушева Алина Андреевна – студентка первого курса направления подготовки 38.03.02 «Менеджмент» Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский р-н, пос. Молодежный тел. тел. 89041597119, e-mail: alina.kusheva@yandex.ru).

Ситникова Диана Юрьевна – студентка первого курса направления подготовки 38.03.02 «Менеджмент» Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский р-н, пос. Молодежный тел. тел. 89245072844, e-mail: sitniashka888@gmail.com).

Елтошкина Евгения Валерьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Математика». Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский р-н, п. Молодежный, тел. 89041292430, e-mail:EEV_Baikal2005@mail.ru).

Information about authors

Kushcheva Alina Andreevna – a first-year student of the direction of preparation 38.03.02 «Management» Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89041597119, e-mail: alina.kusheva@yandex.ru).

Sitnikova Diana Yurievna – a first-year student of the direction of preparation 38.03.02 «Management» Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk city, Rzhanova St., tel. 89245072844, e-mail: sitniashka888@gmail.com)

Eltoshkina Evgeniya Valer'evna – candidate of technical sciences, associate professor of the department of "Mathematics". Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89041292430, e-mail: EEV_Baikal2005@mail.ru).

УДК 621.43

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТЕНДА ПО ОБКАТКЕ ДВИГАТЕЛЯ

Манухин К.А., Аносова А.И.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

После капитального ремонта двигатель вводят в эксплуатацию. Прежде чем это сделать осуществляется процесс обкатки для увеличения срока его безотказной работы и снижения вероятности поломок. Предлагается усовершенствовать работы по обкатке за счет внедрения универсального стенда. Выполненные мероприятия позволяют обслуживать разные марки двигателей. При этом сокращаются затраты на поддержание техники в работоспособном состоянии.

Ключевые слова: стенд, капитальный ремонт, двигатель, обкатка двигателя.

MODERNIZATION OF THE ENGINE RUNNING STAND

K.A. Manukhin, A.I. Anosova

Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

After a major overhaul, the engine is put into operation. Before doing this, a running-in process is carried out to increase its uptime and reduce the likelihood of breakdowns. It is proposed to improve the running-in work by introducing a universal stand. The performed measures allow servicing different brands of engines. At the same time, the costs of maintaining equipment in a working condition are reduced.

Key words: stand, overhaul, engine, engine running-in.

С целью возобновления работоспособности и восстановлению ресурса узла с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые, и их регулировкой [4, 7] после капитального ремонта [5, 6] проводят обкатку двигателя для максимальной безотказной эксплуатации и снижения вероятности поломок [1, 2, 3].

Чаще всего для обкатки и испытаний двигателей используются обкаточно-тормозные стенды, которые состоят из трехфазных асинхронных электробалансиров с фазными обмотками ротора, жидкостного регулирующего реостата, измерительного устройства, пускового оборудования, установочных и соединительных устройств, системы измерения потребления топлива [2, 3, 8].

Наибольшее применение [10] для обкатки и испытания двигателей нашли обкаточно-тормозные стенды, которые состоят из асинхронных балансирных электрических машин трехфазного тока с фазовыми обмотками ротора, жидкостного регулирующего реостата, весового (измерительного) устройства, пусковой аппаратуры, установочных и соединительных устройств, системы измерения расхода топлива.

В наше время существует целый ряд обкатывающих средств (таблица) [8, 9, 10].

Таблица – Существующие обкатывающие средства

Электростенд	КИ-2139А с электрической машиной АКБ-82-4 для обкатки и испытания автомобильных двигателей	КИ-1363Б с асинхронной машиной АКБ-82-6	КИ-598Б с электрической машиной АКБ-92-8 для тракторных двигателей КДМ-46 и КДМ-100 возможно и др. двигателей с крутящий М не больше 75 кгс-м	КИ-2118А с электрической машиной АКБ-92-4
Мощность	55 кВт, с синхронным числом оборотов 1500 об/мин	Для тракторных 40 кВт и синхронным числом оборотов 1000 об/мин Для автомобилей числом оборотов не выше 2500 в минуту	55 квт и синхронным числом оборотов 750 в минуту	100 квт и синхронным числом оборотов 1500 в минуту
Холодную обкатку	выполнять при 600 – 1450 об/мин	не более 950 в минуту	не более 700 об/мин	выполнять при 600 – 1450 об/мин
горячую обкатку	при 1600 – 3000 об/мин	выполняют с меньшим коэффициентом рекуперации	выполнять при 600 – 1450 об/мин	при 1600 – 3000 об/мин

В данной работе приведено описание усовершенствования существующего стенда за счёт модернизации подвижной рамы, на которой располагается гидропривод, что позволяет регулировать положение двигателя на стенде – соосность с валом электродвигателя.

В результате модернизации обкаточно-тормозной стенд состоит из следующих основных узлов: двигатель-тормоз АКБ-102-4 в сборе с весовым механизмом и пультом управления, подвижная рама с гидроприводом, водяной реостат, приборный щиток, бачок для топлива и устройство для замера расхода топлива.

Станция управления гидроцилиндрами расположена вне стенда с левой стороны и в нее входит станция гидропривода, электрошкаф, гидропанель и трубопроводы.

Подвижная рама и ее узлы:

- Продольные и поперечные полозья, связанные между собой зажимами;
- Колонны, установленные на полозьях, имеющие возможность, свободно перемещаться по ним;
- Гидроцилиндры, корпуса которых зафиксированы в колоннах, при помощи сухарей;
- Подставка съёмная, для фиксирования двигателей легковых автомобилей;
- Зажимы, которые состоят из нестандартной гайки и воротка

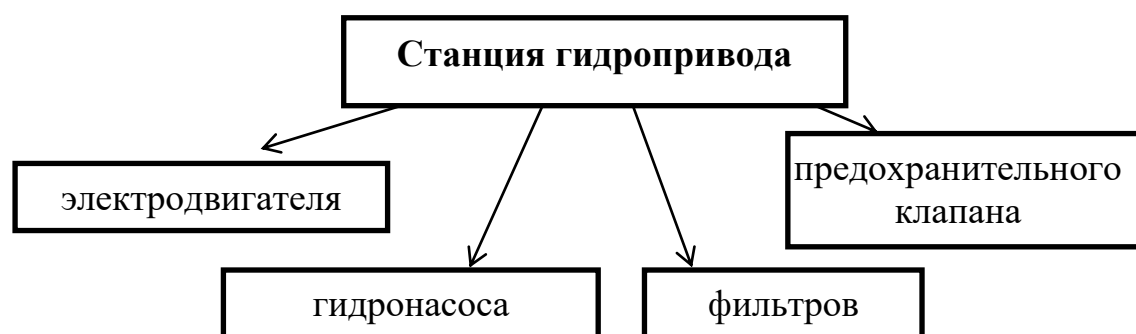


Рисунок 1 – Состав станции гидропривода

Станция (рисунок 1) необходима для подачи масла под давлением в гидроцилиндры

Щиток служит для расположения всей электроаппаратуры на его задней стенке:

- магнитный пускатель;
- трансформатор;
- предохранитель;
- блоки зажимов

Сбоку щитка, установлен автоматический выключатель. Ввод электропроводов выполняется через отверстия с сальниками, расположенных на дне щитка.

Пульт управления находится справа от приборного щитка. На пульте управления размещены сигнальные лампы, кнопки «пуск» для включения

гидропривода и гидроцилиндров, а также для отключения гидропривода и стенда.

Двигатель располагается на опорах стенда неподвижно, при помощи гидроцилиндров – под каждой опорой регулируется относительно вала электродвигателя. Гидравлические цилиндры работают попарно, что позволяет, наиболее точно закрепить двигатель. Стенд сконструирован таким образом, что при изменении расстояния между верхними направляющими и гидроцилиндрами за счет их свободного скольжения, возникает возможность обкатки двигателей на четырёх опорах с разным расстоянием между ними. Положение гидроцилиндров и башмаков крепится хомутами. Двигатель устанавливается на стенд с помощью подкрановой балки.

Вывод. В результате произведенных изменений возможна обкатка на стенде большого числа марок двигателей (грузовых, тракторов и легковых автомобилей), что способствует эффективности ремонтной базы и значительно сокращают затраты на поддержание техники в работоспособном состоянии.

Список литературы

1. *Авдеев М.В.* Технология ремонта машин и оборудования / М.В. Авдеев, *Е.Л. Воловик, И.Е. Ульман.* – М. : Агропромиздат, 1986. – 247 с.
2. *Вантукевич В.Ф.* Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / *В.Ф. Вантукевич, В. Н. Сedyukeвич.* – Мн. : Ураджай, 1978. – 120 с.
3. Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование: Учебник для вузов / *В.Е. Канарчук, А.Д. Чигринцев, О.Л. Голяк, П.М. Шоцкий* – М. : Транспорт, 2001. – 303 с.
4. ГОСТ 18322-78. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.
5. Краткий автомобильный справочник / НИИАТ. 10-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1983. – 220 с.
6. *Левитский И.С.* Технология ремонта машин и оборудования. – 2 изд., перераб. и доп. / *И.С. Левитский.* – М. : Колос, 1975. – 560 с.
7. Технологическое проектирование предприятия технического сервиса : учеб. пособие для студентов агроинж. спец. / *М.К. Бураев, А.И. Аносова;* Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского. - Иркутск : Изд-во Иркутский ГАУ, 2018. - 124 с.
8. Ремонт машин и механизмов [Электронный ресурс]. URL: [http:// earchive.tpu.ru / bitstream/ 11683/27106/ 1/TPU152676.pdf](http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/27106/1/TPU152676.pdf)
9. Методы ремонта и восстановления [Электронный ресурс]. URL:http://www.kgau.ru/sveden/2017/mech/metod_350306_20.pdf
10. Механика/обкатка двигателя [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mehanika.ru/informatory/publications/kolonka-mastera/obkatka-dvigatelya/>

References

1. *Avdeev M.V., Volovik E.L., Ul'man I.E.* Technology of machine repair and equipment. Moscow : Agropromizdat. 1986, 247 p.
2. *Vantukevich V.F., Sedyukevich V.N.* Maintenance and repair of car vehicles. Minsk: Uradzhaj, 1978, 120 p.
3. *Kanarchuk V.E.* Restoration of automotive parts: Technology and equipment: Textbook for universities, Moscow : Transport, 2001, 303 p
4. GOST 18322-78. Maintenance and repair system of equipment. Terms and Definitions.

Инженерно-техническое обеспечение технологических процессов в АПК

5. Brief automobile reference book/ НИИАТ. Moscow: Transport, 1983, 220 p.
6. *Levitskij I.S.* Technology of repair of machinery and equipment. 2nd ed.. Moscow: Kolos. 1975, 560 p.
7. *Buraev M.K., Anosova A.I.* Technological design of a technical service enterprise: textbook. manual for students of agricultural engineering. Specialist, 2018, 124 p.
8. Repair of machines and mechanisms. [Electronic resource]. URL: <http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/27106/1/TPU152676.pdf>
http://www.kgau.ru/sveden/2017/mech/metod_350306_20.pdf
9. Methods of repair and restoration. [Electronic resource]. URL: http://www.kgau.ru/sveden/2017/mech/metod_350306_20.pdf
10. Mechanics / engine running-in. [Electronic resource]. URL: <https://www.mehanika.ru/informatory/publications/kolonka-mastera/obkatka-dvigatelya>

Сведения об авторах

Манухин Кирилл Александрович – студент инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89836938151, e-mail: a.anosova@yandex.ru)

Аносова Анна Иннокентьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технический сервис и общепромышленные дисциплины». Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89836938151, e-mail: a.anosova@yandex.ru).

Information about authors

Manukhin Kirill Alexandrovich – student 4th year of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89836938151, e-mail: a.anosova@yandex.ru)

Anosova Anna Innokentievna – candidate of technical sciences, associate professor of the department of "Technical service and general engineering disciplines". Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89836938151, e-mail: a.anosova@yandex.ru).

УДК 613.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЯХ

Моисеев А.В., Сухаева А.Р.

*Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл, Россия*

В данной статье рассматривается влияние параметров микроклимата непосредственно на организм человека. Для обучающихся студентов кроме безопасных условий труда необходимо поддержание оптимального уровня температуры, влажности и скорости движения воздуха в помещениях.

Для учебных аудиторий особенно остро стоит вопрос температуры, по той причине, что в процессе обучения в аудиториях одновременно находится группа обучающихся и у каждого из них собственные температурные предпочтения.

Кроме того, неправильная температура воздуха на рабочем месте влияет на эффективность и работоспособность обучающегося контингента, поэтому необходимо поддерживать условия микроклимата на оптимальном уровне.

Ключевые слова: микроклимат, температура воздуха, влажность воздуха, скорость потока воздуха, учебные аудитории.

RESEARCH OF MICROCLIMATE PARAMETERS IN EDUCATIONAL AUDIENCE

Moiseev A.V., Sukhaeva A.R.

*Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

This article examines the effect of microclimate parameters directly on the human body. For students, in addition to safe working conditions, it is necessary to maintain an optimal level of temperature, humidity and air speed in the premises.

For classrooms, the issue of temperature is especially acute, for the reason that in the process of teaching in the classrooms there is a group of students at the same time and each of them has their own temperature preferences.

In addition, the wrong air temperature at the workplace affects the efficiency and performance of the student contingent. Therefore it is necessary to maintain the microclimate conditions at an optimal level.

Keywords: microclimate, air temperature, air humidity, air flow rate, educational audience

Введение. Значительную часть времени студенты проводят в учебных аудиториях. В среднем это 8 часов в день или не более 27 часов в неделю. Если на протяжении всего этого времени на студента будет оказываться негативное воздействие микроклимата аудитории, то это может причинить вред здоровью. Поэтому очень важно, чтобы для обучающихся были созданы безопасные условия труда, т.е. поддерживался оптимальный уровень температуры, влажности и скорости движения воздуха [1, 7].

Цель исследования – изучить параметры микроклимата в учебных аудиториях Иркутского ГАУ.

Материалы и методы исследования. Параметры микроклимата рабочих помещений регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Согласно СанПиН показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха - это фактическая температура воздуха в помещении, которую показывает измерительный прибор;
- относительная влажность воздуха - это показатель, который указывает на содержание паров воды в воздухе;
- скорость движения воздуха - это показатель того, как и с какой скоростью воздух перемещается в помещении [2, 3, 7].

Для исследования были взяты случайным образом 12 учебных аудиторий: лекционные аудитории; аудитории для практических занятий; учебные аудитории-лаборатории; лаборатории-боксы.

Измерения вышеперечисленных параметров микроклимата производились приборами, представленными на рисунок 1.



Рисунок 1 – Многофункциональный тестер DVM-401 для измерения параметров микроклимата рабочих помещений и анемометр:

- 1- датчик для измерения температуры воздуха; 2 – датчик для измерения относительной влажности воздуха; 3 – анемометр измерения скорости движения воздуха

Методика измерения температуры воздуха. Температуру воздуха в помещении измеряли по правилу «конверта». По горизонтали в пяти точках: в углах помещения на расстоянии 0,2 метра от каждой стены и посередине.

Для выявления колебаний температуры воздуха по вертикали измерения проводили на уровне 0,2 м; 1,2 м; 1,6 м (рисунок 2).

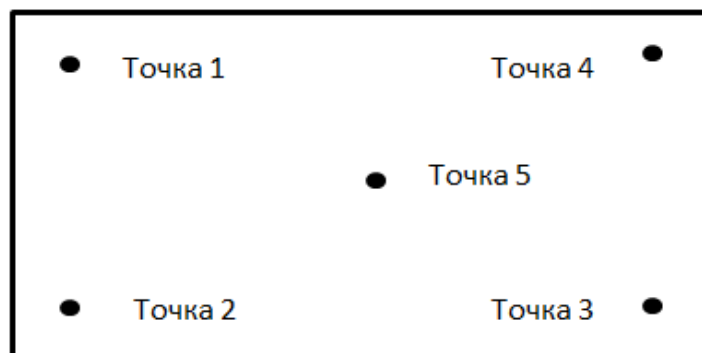


Рисунок 2 – Метод «конверта» измерения температуры воздуха

Кроме того, замеры проводили с тройной повторностью. Результаты измерений занесли в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты измерений температуры воздуха в одной из учебных аудиторий

Точки измерений температуры	Расстояние от пола помещения, м		
	0,2	1,2	1,6
Точка 1	20,4	20,4	20,4
	20,5	20,4	20,3
	20,3	20,4	20,4
Точка 2	20,3	20,3	20,3
	20,3	20,3	20,3
	20,3	20,3	20,3
Точка 3	20,4	20,4	20,4
	20,4	20,4	20,4
	20,4	20,4	20,4
Точка 4	20,5	20,5	20,5
	20,5	20,5	20,5
	20,5	20,5	20,5
Точка 5	20,8	20,9	20,8
	20,8	20,8	20,9
	20,8	20,9	20,8

Методика измерения относительной влажности воздуха. В практике применяются несколько методов определения влажности воздуха в помещении: психометрический; метод точки росы; гигроскопический; массовый и метод прямого измерения. Все они имеют свои достоинства и недостатки.[2, 4] В этом исследовании мы используем метод прямого измерения многофункциональным тестером DVM-401 (рисунок 1) [5, 6]. Измерения влажности воздуха осуществлялись по методу «конверта» в пяти

точках на расстоянии 0,3 м и 2,0 м от пола помещения. Измерения производились с трехкратной повторностью. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты измерений относительной влажности воздуха в одной из учебных аудиторий

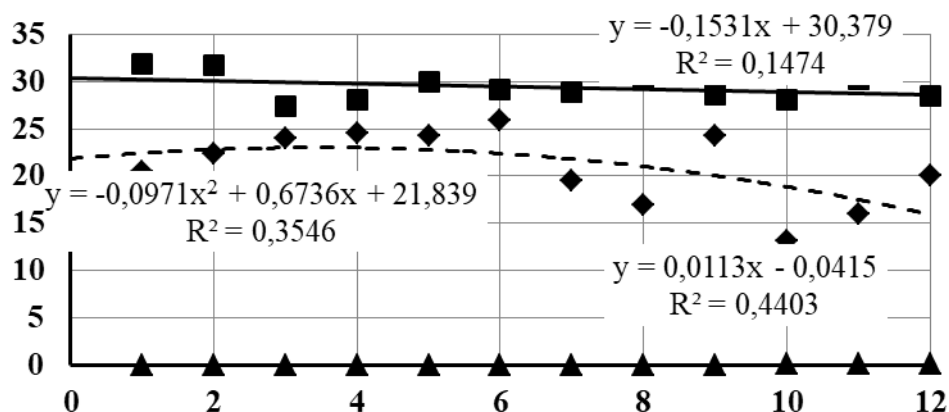
Точки измерений влажности воздуха	Расстояние от пола помещения, м	
	0,3	2,0
Точка 1	32,1	32,1
	32,1	32,1
	32,1	32,1
Точка 2	32,0	32,0
	32,0	32,0
	32,0	32,0
Точка 3	31,9	31,9
	31,9	31,9
	31,9	31,9
Точка 4	31,9	31,9
	31,9	31,9
	31,9	31,9
Точка 5	31,8	31,8
	31,8	31,8
	31,8	31,8

Методика измерения скорости движения воздуха. Для измерения скорости движения воздуха используем метод «конверта» в пяти точках на расстоянии 1,6 м от пола помещения, используя анемометр (рисунок 1). Измерения произведены с трехкратной повторностью.

Результаты и их обсуждение. После обработки данных (температуры воздуха, относительной влажности воздуха, скорости движения воздуха), получились следующие графики, представленные на рисунке 3.

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» оптимальная температура воздуха в холодный период времени года колеблется от 220С до 240С, влажность должна быть 40-60 %, а скорость движения воздуха 0,1 м/с.[3]

Средняя температура воздуха в учебных аудиториях 21,00С, это говорит о том, что она находится в оптимальных пределах СанПиН. Средняя относительная влажность воздуха – 29,4%, что на 10,6% меньше нижнего порога оптимальных показателей. Это говорит о том, что аудитории в зимний период имеют сухой воздух, который может негативно влиять на самочувствие студентов. В учебных аудиториях практически нет движения воздуха, что не соответствует санитарным правилам и нормам.[7]



Учебные аудитории
◆ Температура воздуха, °C ■ Влажность воздуха, %

Рисунок 3 – Зависимости изменения параметров микроклимата в учебных аудиториях

Выводы. Таким образом, в зимний период необходимо более частое проветривание данной учебной аудитории, улучшить качество отделки помещения путем создания условий, содержащих систему увлажнения и кондиционирования воздуха. На практике, необходимо провести дальнейшую корректировку результатов настоящего анализа по другим аудиториям, с целью выявления опасных факторов не только по влажности, но и другим жизненно важным показателям микроклимата.

Список литературы

1. *Занько Н.Г.* Безопасность жизнедеятельности [Электронный учебник]: учебник / *Н.Г. Занько.* - Санкт-Петербург: ЛАНЬ, 2017. - 704 с.;
2. *Зотов Б.И.* Безопасность жизнедеятельности на производстве : учеб. для вузов / *Б.И. Зотов, В.И. Курдюмов.* 2006. - 432 с.
3. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», - Москва. Роспотребнадзор. 2007.
4. *Шкрабак В.С.* Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве [Текст] : учеб. для вузов / *В.С. Шкрабак, А.В. Луковников, А.К. Тургиев.* - М. : КолосС, 2004. - 512 с.
5. *Шелкунова Н.О.* Агропромышленный комплекс Иркутской области в свете статистических наблюдений о травматизме / *С.Г. Бородин, Н.О. Шелкунова* // Актуальные вопросы аграрной науки. - 2019 (30): - С.19-27.
6. *Ханхасаев Г.Ф.* Техника безопасности при работе вихревой газовой сушилки / *Ханхасаев Г.Ф., Алтухова Т.А., Алтухов С.В.* // Актуальные вопросы техносферной безопасности. Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. Кафедра «Промышленная экология и защита в чрезвычайных ситуациях». 2015. - С. 139-142.
7. *Чубарева Н.В.* Условия труда при техническом обслуживании машин в сельскохозяйственных предприятиях Иркутской области / *Н.В. Чубарева, В.Н. Хабардин, М.В. Чубарева* // Известия Международной академии аграрного образования. – 2018. - № 41-2. – С. 107-112.

References

1. *Zanko N.G.* Life safety [Electronic textbook]. St. Petersburg: LAN. 2017, 704 p.
2. *Zotov B.I.* Life safety at work: textbook for universities. Moscow. 2006, 432 p.
3. SanPiN 2.2.4.548-96 "Hygienic requirements for the microclimate of industrial premises". Moscow. Rospotrebnadzor, 2007, 15p.
4. *Shkrabak V.S.* Life safety in agricultural production: textbook. for universities. Moscow: KolosS. 2004, 512 p.
5. *Shelkunova N.O.* Agro-industrial complex of the Irkutsk region in the light of statistical observations of injuries. Irkutsk: Topical issues of agricultural science. 2019, (30), pp. 19-27.
6. *Khanhasaev G.F., Altukhova T.A., Altukhov S.V.* Safety precautions during the operation of a vortex gas dryer. Topical issues of technosphere safety. Materials of the VIII All-Russian scientific and practical conference. Department of Industrial Ecology and Protection in Emergency Situations, IrGSHA, 2015, pp. 139-142.
7. *Chubareva N.V.* Working conditions for technical maintenance of machines in agricultural enterprises of the Irkutsk region. News of the International Academy of Agrarian Education, 2018, vol. 41-2, pp. 107-112.

Сведения об авторах

Сухаева Анна Радионовна - кандидат технических наук, доцент кафедры ЭМТП, БЖД и ПО Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89027674765, e-mail: Suhaewa@yandex.ru).

Моисеев Алексей Викторович – студент четвертого курса инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89041183074, e-mail: Suhaewa@yandex.ru).

Information about authors

Moiseev Alexey Viktorovich – student of 4th course undergraduate, engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel. 89041183074, e-mail: [e-mail: Suhaewa@yandex.ru](mailto:Suhaewa@yandex.ru)).

Sukhaeva Anna Radionovna – candidate of technical sciences, associate professor of the department «Operation of the machine and tractor fleet, life safety and vocational training». , Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel. 89027674765, e-mail: Suhaewa@yandex.ru).

УДК 159.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ПСИХИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ: УТОМЛЕНИЯ, ПРЕСЫЩЕНИЯ, СТРЕССА СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Пасынкова А.Е., Рык М.М., Чубарева М.В.

*Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского,
Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия*

Психическое здоровье — это состояние благополучия, в котором человек реализует свои способности, может противостоять обычным жизненным стрессам, продуктивно работать и вносить вклад в свое сообщество. Поэтому исследование стрессоустойчивости, утомляемости студентов в период обучения является актуальной.

Студентам было предложено пройти тест ДОРС, где нужно было оценить свою учебную деятельность по степени, а именно: необходимо выбрать один из четырех вариантов, наиболее близкий к нынешнему состоянию. Для этого в программе Microsoft Excel был создан опросник. Ответы испытуемых оценивались с помощью четырех балльных шкал, выделяющих четыре степени выраженности симптомов следующих психических состояний: монотония; психическое пресыщение; напряженность/стресс; утомление. После обработки полученных данных в программе Microsoft Excel получилось следующее: все симптомы психических состояний (утомление, монотония, пресыщение, стресс) имеют умеренную степень выраженности в пределах 68-76%. Отсюда можно сделать вывод, что большее испытуемых стрессоустойчивы, имеют устойчивую психологическую защиту, могут выдерживать продолжительное и интенсивное воздействие рабочих нагрузок в учебной деятельности.

Ключевые слова: здоровье, стресс, монотония, психическое здоровье, пресыщение, утомление.

RESEARCH OF MENTAL STATES: FATIGUE, SATURATION, STRESS OF STUDENTS IN THE PROCESS OF LEARNING

Pasynkova A.E., Ryk M.M., Chubareva M.V.

*Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

Mental health is a state of well-being in which a person realizes their abilities, can withstand the stress of life, work productively, and contribute to their community. Therefore, the study of stress resistance, fatigue of students during the period of study is relevant.

The students were asked to take the DORS test, where they had to evaluate their educational activity by degree, namely: it is necessary to choose one of four options that is closest to the current state. For this, a questionnaire was created in Microsoft Excel. The responses of the subjects were assessed using four point scales, highlighting four degrees of severity of symptoms of the following mental states: monotony; mental satiety; tension / stress; fatigue. After processing the data obtained in Microsoft Excel, the following was obtained: all symptoms of mental states (fatigue, monotony, satiety, stress) have a moderate degree of severity in the range of 68-76%. Hence, we can conclude that more subjects are stress-resistant, have stable psychological protection, and can withstand prolonged and intense exposure to workloads in educational activities.

Key words: health, stress, monotony, mental health, satiety, fatigue.

Ведение. Учебная деятельность студентов характеризуется стрессовыми ситуациями во время сессии и в период обучения, выполнением сложных задач, а также монотонной работой при подготовке курсовых работ и рефератов. Кроме этого, студенты участвуют в спортивной, общественной, научной деятельности университета. Поэтому не каждый студент может находиться в таком ритме, ежедневно преодолевать трудности и выполнять поставленные задачи. В результате нервного и эмоционального перенапряжения возникает стресс, переутомление, что сказывается на психическом здоровье студентов. Если студент постоянно испытывает стресс, то со временем у него развивается синдром хронической усталости, который уже является серьезным заболеванием [2].

Психическое здоровье, а также духовное или душевное, иногда – ментальное здоровье, является неотъемлемой частью и важнейшим компонентом здоровья студентов [3]. Психическое здоровье — это состояние благополучия, в котором человек реализует свои способности, может противостоять обычным жизненным стрессам, продуктивно работать и вносить вклад в свое сообщество [4]. Поэтому исследование стрессоустойчивости, утомляемости студентов в период обучения является актуальной.

Цель работы: выявление уровня стресса, апатии, подавленности среди студентов разных курсов и направлений подготовки.

Задачи работы: проанализировать результаты, собранные с помощью методики ДОРС, обработать данные и подвести итоги работы.

Материалы и методы исследования. Для более точного результата исследования, решено провести тестирование на всех курсах ВУЗа. В испытании участвовало 82 студента 1, 2 и 3 курса Иркутского ГАУ в возрасте от 17 до 22 лет, обучающихся на инженерном, а также энергетическом факультетах по направлению 35.03.06 - Агроинженерия.

Для сбора информации использована методика дифференциальной диагностики состояний сниженной работоспособности (ДОРС) А. Леоновой, С. Величковской. Данная методика является модифицированной версией немецкого теста BMSII Пласа и Рихтера [1], используемого для оценки степени тяжести труда в разных видах деятельности [3].

Студентам было предложено пройти тест ДОРС [5], где нужно было оценить свою учебную деятельность по степени, а именно: необходимо выбрать один из четырех вариантов, наиболее близкий к нынешнему состоянию (табл. 1). Для этого в программе Microsoft Excel был создан опросник, представленный на рис. 1, по аналогии с табл. 1.

Ответы испытуемых оценивались с помощью четырех балльных шкал, выделяющих четыре степени выраженности симптомов следующих психических состояний (рисунок 1) [5]:

Таблица 1 - Опросник дифференцированной оценки состояний сниженной работоспособности (ДОРС) (утомление–монотония–пресыщение–стресс) [5]

№ п.п.	Утверждение	Почти никогда	Иногда	Часто	Почти всегда
1	Работа доставляет мне удовольствие	1	2	3	4
2	Я с легкостью могу полностью сконцентрироваться на работе	1	2	3	4
3	Работа не кажется мне "тупой" или слишком однообразной	1	2	3	4
4	Я работаю почти с отвращением	1	2	3	4
5	Я чувствую себя неповоротливым и сонным	1	2	3	4
6	Хотелось бы, чтобы в моей работе было побольше разнообразных заданий	1	2	3	4
7	У меня возникает чувство неуверенности при выполнении работы	1	2	3	4
8	На возникающие помехи и неполадки в работе я реагирую спокойно и собранно	1	2	3	4
9	Чтобы справиться с выполнением рабочих заданий, мне приходится затрачивать гораздо больше усилий, чем я привык	1	2	3	4
10	Моя работа идет без особого напряжения	1	2	3	4
11	Я теряю общий контроль над рабочей ситуацией	1	2	3	4
12	Я чувствую себя утомленным	1	2	3	4
13	Я продолжаю работать и дальше, хотя не испытываю особого интереса	1	2	3	4
14	Все, что происходит на моем рабочем месте, я могу контролировать без всякого напряжения	1	2	3	4
15	Я работаю с неохотой	1	2	3	4
16	Я пытаюсь изменить деятельность или отвлечься, чтобы преодолеть чувство усталости	1	2	3	4
17	Я нахожу свою работу достаточно приятной и интересной	1	2	3	4
18	Бывает, что в некоторых рабочих ситуациях я испытываю страх	1	2	3	4
19	На работе я вялый и безрадостный	1	2	3	4
20	Работа не очень тяготит меня	1	2	3	4
21	Мне приходится заставлять себя работать	1	2	3	4
22	Возникают ситуации, когда приходится мгновенно собраться и принимать решения, чтобы предотвратить возможные сбои и неполадки в работе	1	2	3	4
23	Во время работы мне хочется встать, немного размяться и подвигаться	1	2	3	4
24	Я на грани того, чтобы заснуть прямо за работой	1	2	3	4
25	Моя работа полна разнообразных заданий	1	2	3	4
26	Я с удовольствием выполняю свою работу	1	2	3	4
27	Мне кажется, что я легко могу справиться с любой поставленной передо мной рабочей задачей	1	2	3	4
28	Я собран и полностью включен в выполнение любого порученного мне задания	1	2	3	4
29	Я могу без труда принять все необходимые меры для преодоления сложных ситуаций	1	2	3	4
30	Время за работой пролетает незаметно	1	2	3	4
31	Я привык к тому, что в моей работе постоянно может случиться что-то непредвиденное	1	2	3	4
32	Я реагирую на происходящее недостаточно быстро	1	2	3	4
33	Я ловлю себя на ощущении, что время как бы остановилось	1	2	3	4
34	Мне становится не по себе при любом, даже незначительном сбое или помехе в работе	1	2	3	4
35	Моя работа слишком однообразна, и я был бы рад любому изменению в течение рабочего процесса	1	2	3	4
36	Я сыт по горло этой работой	1	2	3	4
37	Я чувствую себя измученным и совершенно избитым	1	2	3	4
38	Мне не трудно самостоятельно принимать любые решения, касающиеся выполнения своей работы	1	2	3	4
39	В последнее время работа не приносит мне и половины обычного удовлетворения	1	2	3	4
40	Я чувствую нервозность и повышенную раздражительность	1	2	3	4

Инженерно-техническое обеспечение технологических процессов в АПК

7			
8	1	пол - муж	19 лет
9			
10	№ п.п.	Утверждение	Кол-во баллов
11	1	Работа доставляет мне удовольствие	3
12	2	Я с легкостью могу полностью сконцентрироваться на работе	3
13	3	Работа не кажется мне "тупой" или слишком однообразной	2
14	4	Я работаю почти с отвращением	2
15	5	Я чувствую себя неповоротливым и сонным	4
16	6	Хотелось бы, чтобы в моей работе было побольше разнообразных заданий	2
17	7	У меня возникает чувство неуверенности при выполнении работы	2
18	8	На возникающие помехи и неполадки в работе я реагирую спокойно и собранно	3
19	9	Чтобы справиться с выполнением рабочих заданий, мне приходится затрачивать гораздо больше усилий, чем я привык	4
20	10	Моя работа идет без особого напряжения	2
21	11	Я теряю общий контроль над рабочей ситуацией	2
22	12	Я чувствую себя утомленным	2
23	13	Я продолжаю работать и дальше, хотя не испытываю особого интереса	4
24	14	Все, что происходит на моем рабочем месте, я могу контролировать без всякого напряжения	3
25	15	Я работаю с неохотой	2
26	16	Я пытаюсь изменить деятельность или отвлечься, чтобы преодолеть чувство усталости	3
27	17	Я нахожу свою работу достаточно приятной и интересной	2
28	18	Бывает, что в некоторых рабочих ситуациях я испытываю страх	1
29	19	На работе я вялый и безраздостный	1
30	20	Работа не очень тяготит меня	3
31	21	Мне приходится заставлять себя работать	2
32	22	Возникают ситуации, когда приходится мгновенно собраться и принимать решения, чтобы предотвратить возможные сбои и неполадки в работе	2
33	23	Во время работы мне хочется встать, немного размяться и подвигаться	3
34	24	Я на грани того, чтобы заснуть прямо за работой	1
35	25	Моя работа полна разнообразных заданий	2
36	26	Я с удовольствием выполняю свою работу	2
37	27	Мне кажется, что я легко могу справиться с любой поставленной передо мной рабочей задачей	3
38	28	Я собран и полностью включен в выполнение любого порученного мне задания	3
39	29	Я могу без труда принять все необходимые меры для преодоления сложных ситуаций	3
40	30	Время за работой пролетает незаметно	3
41	31	Я привык к тому, что в моей работе постоянно может случаться что-то непредвиденное	2
42	32	Я реагирую на происходящее недостаточно быстро	3
43	33	Я ловлю себя на ощущении, что время как бы остановилось	2
44	34	Мне становится не по себе при любом, даже незначительном сбое или помехе в работе	3
45	35	Моя работа слишком однообразна, и я был бы рад любому изменению в течение рабочего процесса	2
46	36	Я сыт по горло этой работой	2
47	37	Я чувствую себя измученным и совершенно избитым	3
48	38	Мне не трудно самостоятельно принимать любые решения, касающиеся выполнения своей работы	2
49	39	В последнее время работа не приносит мне и половины обычного удовлетворения	3
50	40	Я чувствую нервозность и повышенную раздражительность	3
51		Сумма:	99
52			
53		ИУ (утомление)	24 умеренная
54		ИМ (монотония)	22 умеренная
55		ИП (пресыщение)	24 умеренная
56		ИС (стресс)	22 умеренная
57			

Рисунок 1 - Пример заполнения опросника ДОРС в программе Microsoft Excel

- **монотония** – состояние сниженного сознательного контроля над исполнением деятельности, возникающее в ситуациях однообразной работы с частым повторением стереотипных действий и обедненной внешней средой, сопровождающееся переживанием скуки/ сонливости и доминирующей мотивацией к смене деятельности;
- **психическое пресыщение** – состояние непринятия слишком простой и субъективно неинтересной или малоосмысленной деятельности, которое проявляется в выраженном стремлении прекратить работу (отказ от деятельности) или внести разнообразие в заданный стереотип исполнения;
- **напряженность/стресс** – состояние повышенной мобилизации психологических и энергетических ресурсов, развивающееся в ответ на повышение сложности или субъективной значимости деятельности, с доминированием мотивации на преодоление затруднений, реализуемой как в

продуктивной, так и в деструктивной форме (преобладание процессуальных мотивов – мотивов самосохранения или психологической защиты);

- утомление – состояние истощения и дискоординации в протекании основных реализующих деятельность процессов, развивающееся вследствие продолжительного и интенсивного воздействия рабочих нагрузок, с доминирующей мотивацией на завершение работы и отдых.

Результаты и их обсуждение. Для оценки каждого состояния баллы суммировались в соответствии с формулой подсчета. Далее они сопоставлялись с тестовыми нормами, представленными в табл. 2 [3].

Формулы расчета основных показателей

$$\text{ИУ (утомление)} = (\sum 9, 11, 12, 21, 32 - \sum 2, 10, 14, 27, 28) + 25$$

$$\text{ИМ (монотония)} = (\sum 5, 6, 23, 24, 33, 35 - \sum 3, 25, 30) + 15$$

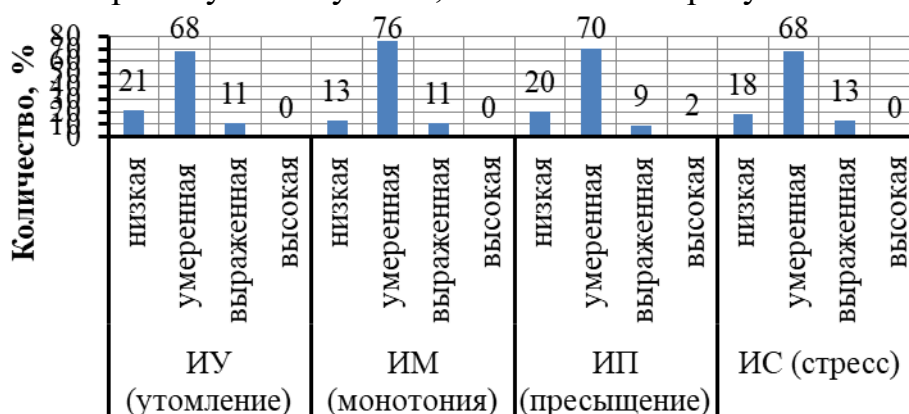
$$\text{ИП (пресыщение)} = (\sum 4, 13, 15, 19, 36, 39 - \sum 1, 17, 20, 26) + 20$$

$$\text{ИС (стресс)} = (\sum 7, 18, 22, 31, 34, 37, 40 - \sum 8, 29, 38) + 15$$

Таблица 2 - Тестовые нормы для опросника ДОРС

Степень выраженности состояния	Индекс утомления, баллы	Индекс монотонии, баллы	Индекс пресыщения, баллы	Индекс стресса, баллы
Низкая	До 15	До 15	До 16	До 16
Умеренная	От 16 до 25	От 16 до 25	От 17 до 24	От 17 до 24
Выраженная	От 26 до 31	От 26 до 30	От 25 до 30	От 25 до 30
Высокая	От 32 и выше	От 31 и выше	От 31 и выше	От 31 и выше

После обработки данных в программе Microsoft Excel получилась следующая картина зависимости количества утомления, монотонии, пресыщения и стресса у испытуемых, показанная на рисунке 2.



Психические состояния

Рисунок 2 – Общее количество уровня утомления, монотонии, пресыщения и стресса у испытуемых

Все симптомы психических состояний (утомление, монотония, пресыщение, стресс) имеют умеренную степень выраженности в пределах

68-76%. Однако присутствует низкая и выраженная степени психических состояний, которые колеблются от 11 до 21%.

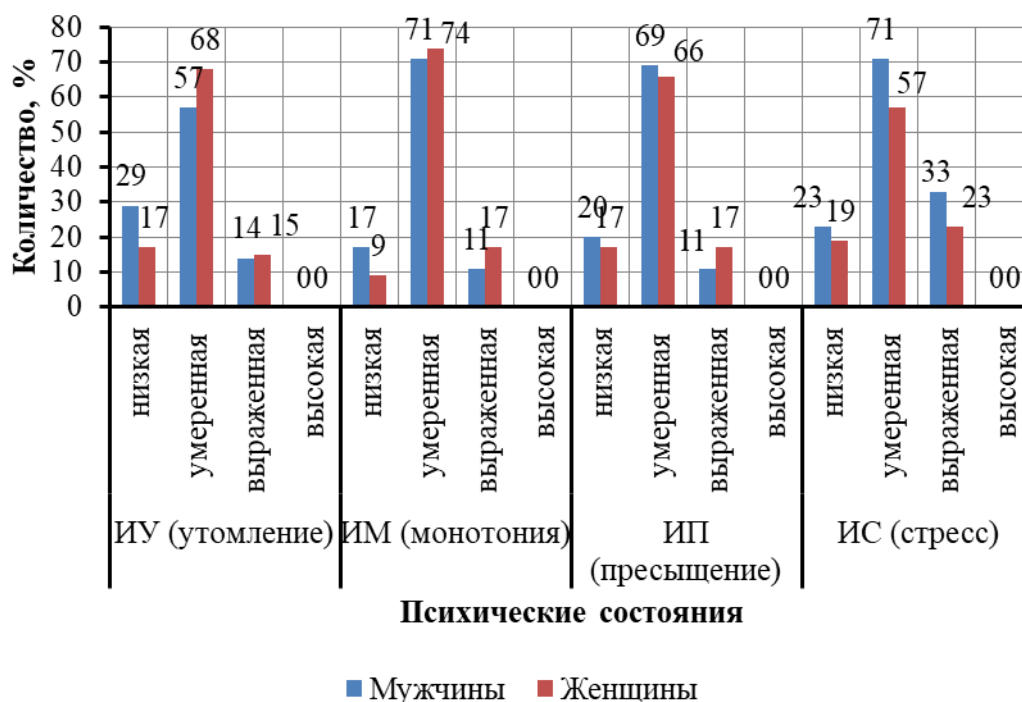


Рисунок 3 - Изменение утомления, монотонии, пресыщения и стресса у мужчин и женщин

Отсюда, можно сделать вывод, что большее количество студентов, прошедших тест ДОРС, стрессоустойчивы, имеют устойчивую психологическую защиту, могут выдерживать продолжительное и интенсивное воздействие рабочих нагрузок в учебной деятельности.

Исследования показали, что студенты-мужчины утомляются в процессе учебы быстрее студентов-женщин, которые более приспособлены к однообразной работе (рис. 3). Студенты-мужчины имеют более высокую стрессоустойчивость, чем женщины. Женщины, в свою очередь, довольно эмоционально реагируют на стрессовую ситуацию (рис. 3). Мужчины чаще женщин могут отказываться от слишком простой и неинтересной или малоосмысленной деятельности. Это можно объяснить их разной физиологией и психологией.

Выводы. Таким образом, исследования показали, что студенты в процессе учебной деятельности имеют умеренную стрессоустойчивость и утомляемость, а именно, хорошие характеристики психического здоровья.

Список литературы

1. Здоровье – главная ценность человека [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sochi1gp.ru/пациентам/медицинская-профилактика/125-здоровье—главная-ценность-человека> 2018
2. Синдром хронической усталости: симптомы и лечение [Электронный ресурс]. URL: <https://clinic-vitalis.ru/stress-i-khronicheskaya-ustalost> 2020

3. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Психическое_здоровье
4. Психическое здоровье [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>
5. Дифференциальная диагностика состояний сниженной работоспособности (ДОРС) [Электронный ресурс]. URL: <http://deprimo.ru/psixodiagnostika-stressa/differencialnaya-diagnostika-sostoyanij-snizhennoj-rabotosposobnosti-dors/>

References

1. Health is the main value of a person. [Electronic resource]. URL: <http://www.sochi1gp.ru/пациентам/медицинская-профилактика/125-здоровье—главная-ценность-человека>
2. Chronic fatigue syndrome: symptoms and treatment. [Electronic resource]. URL: <https://clinic-vitalis.ru/stress-i-khronicheskaya-ustalost>
3. Free encyclopedia [Electronic resource]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Психическое_здоровье
4. Mental health. [Electronic resource]. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>.
5. Differential diagnosis of states of reduced performance. [Electronic resource]. URL: <http://deprimo.ru/psixodiagnostika-stressa/differencialnaya-diagnostika-sostoyanij-snizhennoj-rabotosposobnosti-dors>

Сведения об авторах

Пасынкова Александра Евгеньевна – студент второго курса инженерного факультета Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89025454441, e-mail: s.pasynkova10@yandex.ru).

Рык Мария Михайловна – студент второго курса инженерного факультета Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89247073987, e-mail: m19ryk@mail.ru).

Чубарева Марина Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры ЭМТП, БЖД и ПО Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89086567154, e-mail: chubarevamarina@rambler.ru).

Information about authors

Pasynkova Alexandra Evgenyevna – student of 2 course undergraduate, engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel. 890254544415, e-mail: s.pasynkova10@yandex.ru).

Ryk Maria Mihailovna – student of 2 course undergraduate, engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel. 89247073987, e-mail: m19ryk@mail.ru).

Chubareva Marina Vladimirovna – candidate of technical sciences, associate professor of the department «Operation of the machine and tractor fleet, life safety and vocational training». Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel. 89086567154, e-mail: chubarevamarina@rambler.ru).

УДК: 62-229

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Пермякова Т.А., Павлова М.А., Бураева Г.М.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

В статье приведены сведения о способах определения остаточного ресурса деталей машин. Дано понятие об остаточном ресурсе с учетом различий трактовок этого термина в отечественной и зарубежной литературе. Согласно [3] остаточный ресурс изделия – это суммарная наработка объекта от момента контроля его технического состояния до перехода в предельное состояние, а в качестве основных показателей остаточного ресурса принято рассматривать средний остаточный ресурс (t_{cp}), гамма-процентный остаточный ресурс (t_γ). Оценка работоспособности оборудования по результатам диагностических обследований осуществляется путем выявления возникших повреждений, определения их величины и сопоставления с их предельно допустимыми нормативными значениями. Выявленные дефекты относят к допустимым и по величине остаточного ресурса принимают решение о возможности дальнейшей эксплуатации, необходимости ремонта оборудования, его модернизации или утилизации.

В зависимости от того, как выбирают начальный момент времени, в каких единицах измеряют продолжительность эксплуатации и что понимают под предельным состоянием, понятие остаточного ресурса получает различное толкование.

Предложены эффективные методы определения остаточного ресурса деталей машин по статистической информации об отказах и по расчетным моделям накопления повреждений.

Ключевые слова. метод, деталь, машина, остаточный ресурс, износ, ресурс изделия.

DETERMINING THE RESIDUAL LIFE OF MACHINE PARTS

Permyakova T.A., Pavlova M.A. Buraeva G.M.

Irkutsk state agricultural university named named A. A. Ezhevsky,
Molodezhny ,Irkutsk district, Irkutsk region,Russia

It should be noted that there is some difference between the concept of "residual resource" ("residual value"," residuals") for domestic and foreign literature. According to [3], as well as the tradition is meant by the term "online products" of his own technical resource, the resource is called the number of the object from the beginning or resume operation until the limit state.

Depending on how the initial moment of time is chosen, in what units the duration of operation is measured, and what is meant by the limit state, the concept of a resource naturally receives a naturally different interpretation.

Effective methods for determining the residual life of machine parts based on statistical information about failures and calculated models of damage accumulation are proposed.

Keywords: methods for the determination of residual life, the wear life of the product.

Цель исследования - Выявить наиболее эффективный способ определения остаточного ресурса деталей.

Материалы и обсуждение. Следует отметить некоторое различие понятия "остаточного ресурса" ("residual value", "residuals") для отечественной и зарубежной литературы. Согласно [1, 3], а также традиции понимать под понятием "ресурс изделия" его собственный технический ресурс, ресурсом называют наработку объекта от начала или возобновления эксплуатации до наступления предельного состояния. В зависимости от того, как выбирают начальный момент времени, в каких единицах измеряют продолжительность эксплуатации и что понимают под предельным состоянием, понятие ресурса, естественно, получает естественно различное толкование. В качестве меры продолжительности может быть выбран любой неубывающий параметр, характеризующий продолжительность эксплуатации объекта. При работе в различных типах механизмов (зубчатая передача, кулачковый механизм и др.) происходят потери механической энергии, в основном за счет внешнего трения. Это вызывает процесс износа контактирующих пар и, как следствие, изменение размеров интерфейсов, что приводит к постепенному снижению функциональных возможностей системы, механизма, машины, а в дальнейшем - к потере работоспособности [1].

Эффективность сельскохозяйственной техники зависит от большого числа случайно действующих факторов: конструктивного, технологического и эксплуатационного характера [2, 8].

В процессе эксплуатации машины происходит изменение ее технического состояния, вызванное процессами износа, коррозии, механического напряжения и т. д., что приводит к выходу из строя, то есть событию, связанному с нарушением работоспособности оборудования. Отказы одноименных элементов машин происходят после различных наработок, что выражается в значительном разбросе ресурсов элементов и машин в целом [3, 4].

Кроме того, условия работы узлов, установленных на одних и тех же типах оборудования и машинах одного назначения, но работающих в разных условиях (например, сельскохозяйственная техника эксплуатируется в различных почвенно-климатических условиях), существенно отличаются друг от друга. Это приводит к изменению износа деталей в ответ на диффузию ресурсов элементов машин и преждевременным отказам и отказам, связанным со случайной величиной [5, 6, 7].

В качестве основных показателей остаточного ресурса принято рассматривать следующие:

- средний остаточный ресурс $\pi(t)$, определяемый как математическое ожидание остаточного ресурса после наработки t ;
- гамма-процентный остаточный ресурс $(t) \pi \gamma$, определяемый как наработка с некоторого момента времени t , в течение которого безотказно работавший объект будет иметь значение условной вероятности безотказной работы уровня

$$Y: \frac{R[\tau + \pi_Y(\tau)]}{R(\tau)} = \gamma.$$

Существует два метода определения остаточного ресурса: метод использования математических моделей и метод экспертных оценок. Данные методы могут применяться, как дифференцировано, так и вместе. При этом необходимо подчеркнуть, что при принятии решения о величине остаточного ресурса технического устройства (составных частей и агрегатов) и сроках дальнейшей безопасной эксплуатации основным методом является экспертный метод.

Плюсом математических методов является отсутствие человеческого фактора при оценке остаточного ресурса. Существенный недостаток данного метода заключается в недостаточной точности при определенных обстоятельствах.

Сущность метода экспертных оценок заключается в проведении экспертами интуитивно-логического анализа проблемы с количественной оценкой суждений и обработкой результатов. Алгоритм экспертного обследования технических устройств (оборудования) заключается в следующем:

1. Анализ повреждений, установление механизма их возникновения определяющих параметр фактического технического состояния.

2. Анализ повреждений и параметров технического состояния на основании полученных данных при рассмотрении технической документации, оперативной диагностики и экспертном обследовании. Установление текущего технического состояния, уровня и механизмов повреждения, фактической нагруженности, что необходимо для прогнозирования развития этого состояния в соответствии с установленными закономерностями основных механизмов повреждения до достижения параметров технического состояния значений, при которых техническое устройство переходит в предельное состояние.

3. Установление закономерностей изменения определяющих параметров технического состояния, предельных состояний и их критериев.

4. Обоснование вариантов решений о возможности дальнейшей эксплуатации технического устройства.

5. Заключение.

Выводы. Выбор метода определения остаточного ресурса зависит от условий эксплуатации, характера преобладающего процесса деградации (изнашивания, коррозии, усталости, ползучести и т.д), необходимой точности и достоверности прогноза, а также от технических возможностей реализации метода. В основе механизма выбора метода лежит требуемый объем диагностических мероприятий и достаточно надежная система экспертной оценки результатов. При невысоких требованиях к точности и достоверности применяются упрощенные методы. В случае необходимости гарантированных оценок используются уточненные методы, в том числе базирующиеся на теории надежности.

Список литературы

1. Герцбах И.Б. Модели отказов /И.Б. Герцбах - Москва: Советское радио. 1966. - 166 с.
2. ГОСТ 21571-76. Система технического обслуживания и ремонта техники. Методы определения допустимого отклонения параметра технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса составных частей агрегатов машин.
3. Елизаветин М.Л. Повышение надежности машин. - М.: Машиностроение, 1973. - 430 с.
4. Крагельский И.В. Основы расчетов на трение и износ. - М.: Машиностроение, 1977. - 165 с.
5. Михлин В.М. Методические указания по прогнозированию технического состояния машин. - М., ОНТИ ГОСНИТИ, 1972. - 61 с.
6. ОСТ 24.060.08. Дизели. Методы испытаний на надежность.
7. Пандит С.М. Надежность и оптимальная замена через коэффициент вариации. - Транзакция ASME. 1980. - № 4. С. 61 - 70.
8. Пащенко В.Л. Оценка ресурса наносных установок с дроссельным регулированием подачи. - Вестник машиностроения, 1981. - № 5. - С. 25 - 27.

References

1. Herzbach I.B. Failure models. Moscow: Soviet radio. 1966, 166 p.
2. GOST 21571-76. Maintenance and repair system of equipment. Methods for determining the permissible deviation of the technical condition parameter and predicting the residual life of the component parts of machine units.
3. Elizavetin M.L. Improving the reliability of machines. Moscow: Mechanical Engineering. 1973, 430 p.
4. Kragelsky I.V. and other Fundamentals of calculations for friction and wear. М.: Mechanical Engineering. 1977, 165p.
5. Mikhlin V.M. Guidelines for predicting the technical condition of machines. Moscow. ONTI GOSNITI. 1972, 61 p.
6. OST 24.060.08. Diesels. Reliability test methods.
7. Pandit S.M., Shiekh A.K. Reliability and optimal replacement through the coefficient of variation. ASME transaction. 1980, no. 4, pp. 61 - 70.
8. Pashchenko V.L. Estimation of the resource of alluvial installations with throttle control of the feed. Bulletin of mechanical engineering. 1981, no, 5, pp. 25 - 27.

Сведения об авторах

Пермякова Татьяна Андреевна – студент 2 курса магистратуры, инженерного факультета, Иркутского государственного аграрного университета имени А. А. Ежевского, (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89526391647, gmail:tatianapermyackova65@gmail.com)

Павлова Марина Андреевна- студент 2 курса магистратуры, инженерного факультета, Иркутского государственного аграрного университета имени А. А. Ежевского, (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89025686004, e-mail:marina_pavlova_1996@mail.ru)

Бураева Галина Михайловна – ассистент кафедры ТС и ОД, Иркутского государственного аграрного университета имени А. А. Ежевского, (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 83952237321, e-mail: lavaki2009@yandex.ru)

Information about the authors

Permyakova Tatiana Andreevna – 2nd year student of magistracy, faculty of Engineering, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky, (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel 89526391647, e-mail: tatianapermyackova65@gmail.com)

Pavlova Marina Andreevna – 2nd year student of magistracy, faculty of Engineering, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky, (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk region, Molodezhny, tel. 89025686004, e-mail: marina_pavlova_1996 @ mail. ru)

Buraeva Galina Mikhailovna – assistant of the department of “Technical service and engineering disciplines”, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky, (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 83952237321, e-mail: lavaki2009@yandex.ru)

УДК 621.649:621.225:62-82

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ-НАСОС ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ФЕРМ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Рык М.М., Пальвинский В.В., Ильин С.Н.

Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Для обеспечения физиологических процессов на фермах крупного рогатого скота (КРС) должен соблюдаться строгий режим поения животных. Установлено, что потребность фермы в воде зависит от размера фермы, структуры стада, нормы потребления и принятой технологии содержания животных. В качестве альтернативы традиционным элементам системы водоснабжения предлагается гидравлический двигатель-насос (ГДН) с приводом от возобновляемого источника энергии. В работе представлена конструкция ГДН и дан анализ зависимости геометрических параметров ГДН от размера фермы КРС. Установлено, что увеличение геометрических параметров ГДН при возрастающей потребности в воде, целесообразно до определенного размера фермы КРС, после чего рекомендуется увеличивать количество используемых установок.

Ключевые слова: гидравлический двигатель-насос, водоснабжение ферм крупного рогатого скота, возобновляемая энергия.

THE ENGINE-PUMP FOR WATER SUPPLY OF CATTLE FARMS

Ryk M.M., Palvinskiy V.V., Ilin S.N.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

To ensure physiological processes on cattle farms, a strict watering regime for animals must be observed. It has been established that the water requirement of the farm depends on the size of the farm, the structure of the herd, the consumption rate and the adopted technology of keeping animals. As an alternative to the traditional elements of the water supply system, a hydraulic engine-pump (HEP) driven by a renewable energy source is proposed. The paper presents the design of the HEP and analyzes the dependence of the geometric parameters of the HEP on the size of the workover farm. It has been established that an increase in the geometric parameters of the HEP with an increasing demand for water is advisable to a certain size of the cattle farm, after which it is recommended to increase the number of units used.

Key words: hydraulic engine-pump, water supply for cattle farms, renewable energy.

Все живое на нашей планете состоит на 75% из воды. Без нее невозможно существование живых организмов. К примеру, корова выпивает до 100 литров в сутки. А значит, в год ей необходимо 36,5 тонн воды. Это превышает массу ее тела в 50...60 раз. Для обеспечения полноценного кормления на фермах должен соблюдаться строгий режим поения животных.

В Иркутской области фермы крупного рогатого скота в основном представлены молочным направлением [16]. Общее поголовье крупного рогатого скота составляло на конец 2019 года более 350 тыс. голов [1, 15]. В таблице 1 представлена динамика поголовья.

Таблица 1 - Поголовье скота во всех категориях хозяйств в Иркутской области, тыс.гол.

Показатели	2010	2012	2014	2016	2018	2019
Крупный рогатый скот	279,5	279,6	279,0	274,9	349,6	350,6
в том числе коровы	133,2	132,7	134,4	129,1	141,9	141,2

Из таблицы 1 мы наблюдаем положительную тенденцию на увеличение поголовья КРС.

Нормы потребления воды зависят от физиологической группы (таблица 2) и от продуктивности животного[4]. С увеличением продуктивности, потребность в воде животного также растет.

Таблица 2-Нормы потребления воды КРС

Наименование потребителя	Норма потребления воды, л/сутки
Коровы дойные	100-115
Коровы сухостойные и нетели	60-70
Телята до 6 мес.	20-25
Телята старше 6 мес.	30-35
Быки	50-60

Разница в водопотреблении между дойными и сухостойными коровами обусловлена отсутствием необходимости выработки организмом молока и тем, что при содержании сухостойных коров отсутствуют затраты воды на обеспечение процесса доения.

Продуктивность животных от хозяйства к хозяйству варьирует в широком диапазоне и характеризуется годовым надоем на одно животное, выраженное в килограммах. Средняя продуктивность на 2019 год в сельскохозяйственных организациях составила 3957 кг (рисунок 1). В племенных хозяйствах региона среднее значение превышает 6000 кг[1].

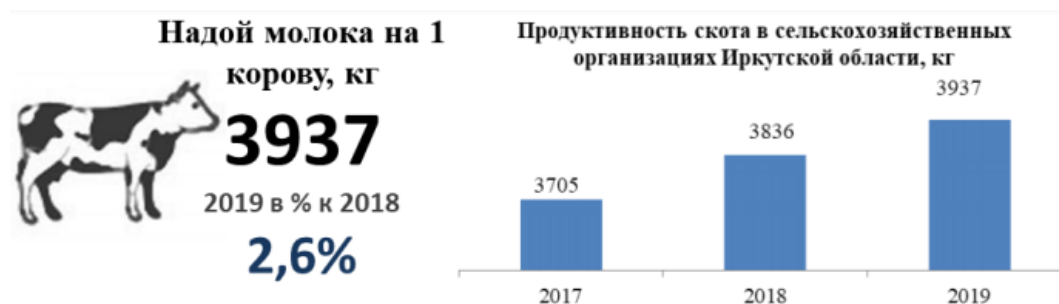


Рисунок 1 - Продуктивность скота в сельскохозяйственных организациях Иркутской области

Общая потребность в воде ферм КРС зависит от количества коров и структуры стада, влияющей на физиологический состав. Структура будет меняться в зависимости от выбранной технологии производства. Так, при

ремонте стада за счет приобретения нетелей в сторонних организациях, исключив стадии доразивания и откорма молодняка, количество коров будет на уровне 90%. Но если ремонт стада осуществляется собственными нетелями, то количество коров в стаде будет около 50%, а общее поголовье фермы, будет практически в 2 раза выше [17]. Данное обстоятельство следует учитывать при определении потребности фермы в воде. В таблице 3 представлена суточная потребность ферм КРС в водных ресурсах, определенная с учетом вышеизложенных факторов.

Таблица 3 – Расчет суточной потребности в воде на фермах КРС молочного направления, в зависимости от структуры и поголовья, м³/сут

Размер фермы, гол	На фермах и комплексах по производству молока		
	50% коров в структуре стада	60% коров в структуре стада	90% коров в структуре стада
50	6,49	5,74	5,07
100	12,99	11,49	10,14
200	25,97	22,97	20,27
400	51,94	45,94	40,54
800	103,88	91,88	81,08

Поение животных на фермах КРС осуществляется с помощью различных систем водоснабжения [18]. В составе такой системы одним из важных элементов выступает насосная станция, обеспечивающая бесперебойную подачу воды. В качестве дополнения или альтернативы таким станциям на кафедре «Техническое обеспечение АПК» ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ разработан ряд конструкций насосов с приводом от возобновляемого источника энергии (ВИЭ) [5, 10]. Наиболее изученными из них является гидравлический двигатель-насос (ГДН) [2, 10, 13]. Существует ряд работ, описывающих его характеристики, устройство [6]. Работа его возможна при наличии открытого водного потока, без использования дополнительных энергетических ресурсов и передаточных механизмов. В основе работы ГДН лежит закон Архимеда (рисунок 2). Несмотря на изученность данного устройства, отсутствует комплексная методика расчета основных параметров ГДН [2, 9].

Из анализа теоретических и экспериментальных исследований [7, 8, 11, 12, 14] установлена возможность расчета основных геометрических параметров элементов ГДН в зависимости от размера фермы КРС.

Исходными данными для расчета могут служить подача q и напор h ГДН, задаваемые потребителем (заказчиком). Подача ГДН будет зависеть от размера фермы и принятой технологии производства. На напор насоса будут влиять такие параметры как удаленность и геодезическое положение водоисточника относительно уровня фермы [3]. Для анализа геометрических параметров ГДН необходимый развиваемый напор был принят 10 м.

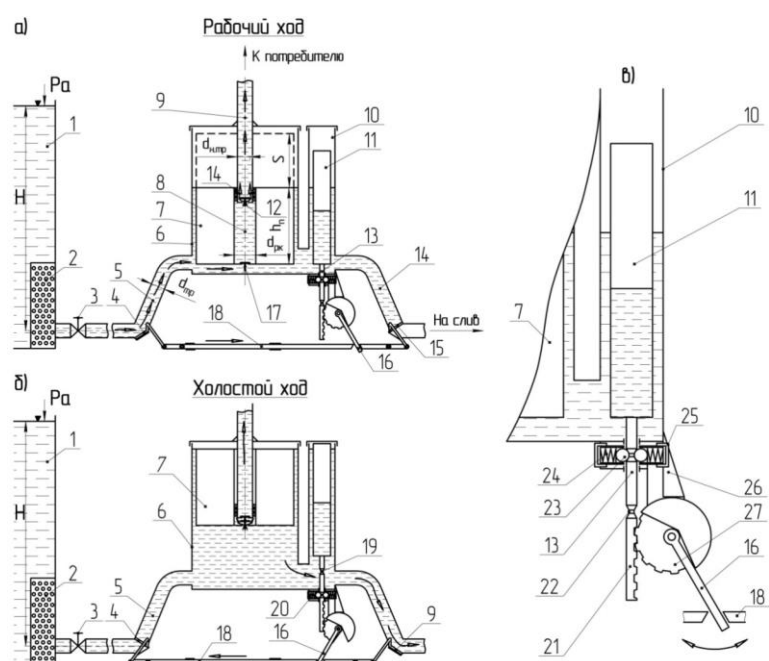


Рисунок 2 – Схема работы ГДН с гидромеханическим приводом управления работой клапанов:

а - рабочий ход, б - холостой ход; в - гидромеханический привод управления работой клапанов; 1 - плотинное сооружение; 2 - сетка; 3 - задвижка; 4 - впускной клапан; 5 - впускной трубопровод; 6 - цилиндр; 7 - поршень; 8 - рабочая камера; 9 - нагнетательный патрубок; 10 - корпус привода; 11 - сосуд привода; 12 - напорный клапан; 13 - золотник; 14 - выпускной трубопровод; 15 - выпускной клапан; 16 - рычаг; 17 - всасывающий клапан; 18 - тяга; 19 - верхняя кольцевая канавка; 20 - золотниково-пружинный механизм; 21 - зубчатая рейка; 22 - нижняя кольцевая канавка; 23 - шарик; 24 - пружина; 25 - натяжной колпачок; 26 - корпус поворотного механизма; 27 - зубчатый сектор.

В таблице 4 представлен расчет основных геометрических параметров ГДН в зависимости от размера фермы КРС и ее потребности в воде.

Таблица 4- Расчет основных параметров ГДН

Параметр ГДН	Обозначение	Размерность	Размер фермы				
			50	100	200	400	800
Необходимая подача в сутки	q_1	$\text{м}^3/\text{сут}$	6,5	13,0	26,0	52,0	103,9
Необходимая подача в час	q_2	$\text{м}^3/\text{ч}$	0,27	0,54	1,08	2,16	4,33
Диаметр поршня	$d_{\text{п}}$	м	0,468	0,556	0,661	0,786	0,936
Высота поршня	$h_{\text{п}}$	м	0,234	0,278	0,331	0,393	0,468
Ход поршня	S	м	0,187	0,222	0,264	0,315	0,374
Длина (высота) цилиндра	$h_{\text{ц}}$	м	0,421	0,500	0,595	0,708	0,842
Диаметр рабочей камеры	$d_{\text{рк}}$	м	0,058	0,075	0,098	0,127	0,164
Диаметр цилиндра	$d_{\text{ц}}$	м	0,468	0,556	0,661	0,786	0,936
Средний расход воды, поступающей в цилиндр	$Q_{\text{ц}}$	$\text{м}^3/\text{с}$	0,012	0,019	0,031	0,052	0,085
Диаметр впускного трубопровода для $H=1,5$	$d_{\text{тр}}$	м	0,098	0,127	0,167	0,222	0,299
Диаметр впускного трубопровода для $H=2$	$d_{\text{тр}}$	м	0,089	0,115	0,150	0,196	0,260

Следует отметить, что при использовании ГДН для ферм КРС размером от 50 до 800 голов необходимые габаритные размеры насоса изменяются незначительно, так диаметр поршня увеличивается менее чем в 2 раза. При этом диаметр впускного трубопровода возрастает практически в 3 раза, что необходимо для своевременного заполнения подпоршневое пространство и кольцевого зазора ГДН. Увеличение диаметра впускного трубопровода нежелательно, так как это значительно усложняет изготовление и работу механизма открытия и закрытия впускного и выпускного клапанов. В связи с этим рекомендуется при использовании ГДН для ферм с поголовьем дойного стада более 200 голов не увеличивать размеры ГДН, а повышать их количество.

Выводы. При расчете потребности воды на ферме КРС молочного направления следует учитывать существующую технологию содержания оказывающее существенное влияние на общее поголовье фермы.

Расчет основных геометрических параметров ГДН показал, что при использовании данного насоса для ферм с поголовьем дойного стада более 200 целесообразно кратно повышать количество установок взамен увеличению его габаритных размеров.

Список литературы:

1. Анализ основных показателей сельского хозяйства Иркутской области / Информационный бюллетень Агрофакт – 2019. - №9 (245). С. 4-5.
2. Бирюкова Т.С. Гидравлическое моделирование гидравлических двигателей-насосов/Т.С. Бирюкова, А.Е. Кузьмин, В.В. Пальвинский // Актуальные вопросы аграрной науки. 2013. № 7. С. 49-54.
3. Васильев Ф.А. Гидравлика: лабораторный практикум / Ф.А. Васильев, С.Н. Ильин, В.В. Пальвинский / Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского. Иркутск, 2018. – 151 с. (2-е издание, дополненное и переработанное)
4. Кузнецов М.А. Механизация, электрификация и автоматизация в животноводстве: Методические указания / М.А. Кузнецов. – Вологда–Молочное: ИЦ ВГМХА, 2010. – 70 с.
5. Кузьмин А.Е. Гидравлический двигатель-насос / А.Е. Кузьмин, В.В. Пальвинский// Патент на изобретение RU 2486375 С2, 27.06.2013. Заявка № 2011101028/06 от 12.01.2011.
6. Кузьмин А.Е. Гидравлический двигатель-насос с приводом от возобновляемого источника открытых водных потоков / А.Е. Кузьмин, В.В. Пальвинский // Технология и средства механизации в АПК: сборник науч. тр., Улан-Удэ, Россия. – Улан-Удэ: изд. ВСГУТУ, 2010. – Вып. 6. – С. 123-126.
7. Кузьмин А.Е. Индикаторная диаграмма гидравлического двигателя-насоса / А.Е. Кузьмин, В.В. Пальвинский // Вестник БГСХА им. В.Р. Филиппова – 2012. –№2 (27). – С. 68-71.
8. Кузьмин А.Е. Напор и подача гидравлического двигателя-насоса / А.Е. Кузьмин, В.В. Пальвинский // Вестник КрасГАУ. – 2011.– №4. – С 132-135.
9. Кузьмин А.Е. Показатели, характеризующие рабочий процесс гидравлического двигателя-насоса / А.Е. Кузьмин, В.В. Пальвинский // Вестник ИрГСХА. – 2012.– № 51. – С. 117-124.
10. Пальвинский В.В. Обоснование параметров и режимов функционирования гидравлического двигателя-насоса для сельскохозяйственного водоснабжения / В.В. Пальвинский// диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.01 / Красноярский государственный аграрный университет. Иркутск, 2013. – 140 с.
11. Пальвинский В.В. Обоснование параметров и режимов функционирования

гидравлического двигателя-насоса для сельскохозяйственного водоснабжения/ *В.В. Пальвинский*// автореферат дис. ... кандидата технических наук / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2013. – 18 с.

12. *Пальвинский В.В.* Характеристика гидравлического двигателя-насоса / *В.В. Пальвинский* //Техника и технологии инженерного обеспечения АПК: материалы 4-го регионального научно-производственного семинара «Чтения И. П. Терских», Иркутск, 26-27 сентября 2011 г. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2011. – С. 112-114.

13. *Пальвинский В.В.* Экономическая эффективность гидравлического двигателя-насоса / *В.В. Пальвинский* // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК: Материалы научно-практической конференции молодых ученых, Иркутск, 19-20 апреля 2012 г. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2012. – С. 45-51.

14. *Пальвинский В.В.* Экспериментальные исследования рабочего процесса гидравлического двигателя-насоса / *В.В. Пальвинский, А.Е. Кузьмин* // В сборнике: Климат, экология, сельское хозяйство Евразии. Материалы IV международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной войне (1941-1945гг.) и 100-летию со дня рождения А.А. Ежовского. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Департамент научно-технологической политики и образования; ФГБОУ ВО "Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежовского" и др., 2015. С. 189-195.

15. Сельское хозяйство Иркутской области / Экспертно-аналитический центр агробизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ab-centre.ru/page/selskoe-hozyaystvo-irkutskoy-oblasti> (дата обращения: 18.02.21)

16. Система ведения сельского хозяйства Иркутской области: В 2 ч. Монография/Под редакцией *Я.М. Иваньо, Н.Н. Дмитриева.* - Иркутск: ООО Мегапринт. 2019. - Ч.2. -. 321 с.

17. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства / Под ред. *В. В. Нунгезера, Ю.Ф. Лачуги, В.Ф. Федоренко.* – Ч. II. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011 – 492 с.

18. *Трутнев Н.В.* Водоснабжение, поение животных, микроклимат на фермах и стрижка овец : уч. пособие / *Н.В. Трутнев, И.П. Машкарева, М.А. Трутнев* – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2017.– 116 с.

References

1. Analysis of the main indicators of agriculture in the Irkutsk region. Newsletter Agrofakt, 2019, no. 9, pp. 4-5.
2. *Biryukova T.S., Kuzmin A.E., Palvinskiy V.V.* Hydraulic modeling of hydraulic engine-pumps. Topical issues of agricultural science, 2013, no. 7, pp.49-54.
3. *Vasilev F.A., Il'in S.N., Palvinskiy V.V.* Hydraulics: laboratory workshop. Irkutsk, 2018, 151 p.
4. *Kuznecov M.A.* Mechanization, electrification and automation in animal husbandry: Methodological guidelines. Vologda-Dairy, 2010, 70 p.
5. *Kuzmin A.E., Palvinskiy V.V.* Hydraulic engine-pump. Patent for an invention RU 2486375 C2, 27.06.2013. Application № 2011101028/06 от 12.01.2011.
6. *Kuzmin A.E., Palvinskiy V.V.* Hydraulic engine-pump driven by a renewable source of open water flows. Technology and means of mechanization in the agro-industrial complex: collection of scientific papers. Ulan-Ude, Russia, 2010, pp. 123-126.
7. *Kuzmin A.E., Palvinskiy V.V.* Hydraulic engine-pump indicator diagram, 2012, no. 2, pp. 68-71.
8. *Kuzmin A.E., Palvinskiy V.V.* Head and feed of the hydraulic engine-pump, 2011, no. 4, pp. 132-135.
9. *Kuzmin A.E., Palvinskiy V.V.* Indicators that characterize the working process of a hydraulic engine-pump, 2012, no. 51, pp. 117-124.
10. *Palvinskiy V.V.* Justification of parameters and modes of operation of a hydraulic engine-

pump for agricultural water supply. Dissertation ... candidate of technical sciences. Irkutsk, 2013, 140 p.

11. *Palvinskiy V.V.* Justification of parameters and modes of operation of a hydraulic engine-pump for agricultural water supply. Abstract of the dissertation ... candidate of technical Sciences, 2013, 18 p.

12. *Palvinskiy V.V.* Characteristics of the hydraulic engine-pump. Equipment and technologies of agricultural engineering Support: materials of the 4th Regional Scientific and Production Seminar «Readings of I. P. Terskikh», Irkutsk, 2011, pp. 112-114.

13. *Palvinskiy V.V.* Economic efficiency of hydraulic engine-pump. Scientific research and development for implementation in the agro-industrial complex: Materials of the scientific and practical conference of young scientists, Irkutsk, 2012, pp. 45-51.

14. *Palvinskiy V.V., Kuzmin A.E.* Experimental studies of the working process of a hydraulic engine-pump. In the collection: Climate, ecology, agriculture of Eurasia. 2015, pp. 189-195.

15. Agriculture of the Irkutsk region. Expert and Analytical Center of agribusiness [Electronic resource]. URL: <https://ab-centre.ru/page/selskoe-hozyaystvo-irkutskoy-oblasti>

16. The system of agriculture in the Irkutsk region: In 2 hours. Monograph / Edited by *Ya.M. Ivanyo, N.N. Dmitriev*. Irkutsk: Megaprint LLC, 2019, part 2, 321 p.

17. *Nungezer V. V., Lachuga YU.F., Fedorenko V.F.* Handbook of the mechanical engineer of agricultural production, 2011, 492 p.

18. *Trutnev N.V., Mashkareva I.P., Trutnev M.A.* Water supply, watering for animals, microclimate on farms and sheep shearing: a study guide, Perm, 2017, 116 p.

Сведения об авторах

Рык Мария Михайловна – студент второго курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89247073987, e-mail: m19ryk@mail.ru).

Пальвинский Виктор Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК» инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89025449794 e-mail: kvenbox@mail.ru).

Ильин Сергей Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК» инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89148805270 e-mail: mech@igsha.ru).

Information about the authors

Ryk Maria Mihailovna – student of 2 course undergraduate, engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel. 89247073987, e-mail: m19ryk@mail.ru).

Palvinskiy Victor Viktorovich - candidate of technical sciences, associate professor of the department "Technical support of agroindustrial complex" of the faculty of engineering Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel. 89025449794 e-mail: kvenbox@mail.ru).

Ilin Sergey Nicolaevich- candidate of technical sciences, associate professor of the department "Technical support of agroindustrial complex" of the faculty of engineering Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel. 89148805270, e-mail: mech@igsha.ru).

УДК 633.853.494: 631

СПОСОБЫ УБОРКИ РАПСА В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Савченко С.А., Поляков Г.Н., Савченко И.А.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

В статье обоснована необходимость применения отдельной уборки рапса на семена как альтернативной прямому комбайнированию. Приведены данные по производству рапса сельскохозяйственными организациями в Иркутской области. Рассмотрена технология уборки ярового рапса однофазным и двухфазным способом. Рассчитаны прямые затраты на уборку ярового рапса прямым комбайнированием и отдельным способом. Определены прямые затраты на уборку ярового рапса в расчете на 1 га, на 1 ц продукции. Рассчитана экономия от применения двухфазной уборки ярового рапса в условиях Иркутской области. В расчете на 1 га прямые затраты на уборку рапса отдельным способом увеличились на 89,5 руб. В результате применения двухфазной технологии уборки рапса прямые затраты на 1 ц продукции снизятся на 4,5 руб., общая экономия составит 354,1 тыс. руб.

Ключевые слова: рапс, способы уборки, прямое и отдельное комбайнирование, урожайность, масличность семян, комбайн, жатки валковые, платформа-подборщик.

METHODS OF RAPE SEED HARVESTING IN IRKUTSK REGION

Savchenko S.A., Polyakov G.N., Savchenko I.A.

Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk region, Irkutsk region, Russia

The article substantiates the need to use separate harvesting of rapeseed for seeds as an alternative to direct combining. The data on the production of rapeseed by agricultural organizations in the Irkutsk region are presented. The technology of harvesting spring rape by single-phase and two-phase methods is considered. Calculated direct costs for harvesting spring rapeseed by direct combining and a separate method. The direct costs of harvesting spring rape were determined per 1 hectare, per 1 centner of production. The savings from the use of two-phase harvesting of spring rape in the Irkutsk region have been calculated. Per 1 ha, the direct costs of harvesting rapeseed by a separate method increased by 89.5 rubles. As a result of the application of the two-phase rapeseed harvesting technology, direct costs per cent of products will decrease by 4.5 rubles, the total saving will amount to 354.1 thousand rubles.

Key words: rapeseed, harvesting methods, direct and separate combining, yield, oil content of seeds, combine, windrow headers, platform-pickup.

В настоящее время рапс стал инновационной культурой. В частности, в Иркутской области, стоит задача увеличить объемы экспортно ориентированной сельскохозяйственной продукции [1, 3]. В связи с этим в области произошло перераспределение структуры посевных площадей в сторону высокомаржинальных культур.

Цель работы заключается в повышении сборов семян рапса и масличности культуры путем применения эффективной технологии уборки.

Задачи исследования следующие:

- проанализировать уборку рапса при прямом комбайнировании;

Инженерно-техническое обеспечение технологических процессов в АПК

- оценить отдельный способ уборки рапса;
- провести сравнительную оценку способов уборки рапса и выявить наиболее эффективную.

Методы исследования. Методология исследования основана на обзоре научной литературы, анализе технических систем уборки рапса и региональных условий возделывания культуры.

Результаты исследования. В Иркутской области рапс возделывают сельскохозяйственные организации, крестьянские (фермерские) хозяйства. Площадь возделывания рапса составила в 2019 г. 17374 га (таблица 1).

Таблица 1- Основные экономические показатели производства ярового рапса в среднем по сельскохозяйственным организациям Иркутской области за 2017-2019 гг.

Показатели	Годы			2019г. к 2017 г., %
	2017	2018	2019	
Площадь, га	8445	13994	17374	205,7
Урожайность, ц/га	12,1	17,5	13,1	108,3
Валовой сбор, ц	102502	244224	227834	222,3
Себестоимость 1 ц, руб.	1110,01	1267,9	1555,30	140,1

Как видно из таблицы 1, посевная площадь ярового рапса увеличилась в 2019 г. по сравнению с 2017г. в 2 раза. Урожайность за анализируемый период увеличилась на 8,3%, валовой сбор увеличился в 2,22 раза.

В условиях Сибири уборку рапса производят двумя способами: однофазный и двухфазный. Однофазная уборка проводится прямым комбайнированием, комбайн Вектор-410. Двухфазная уборка проводится с помощью отдельного комбайнирования в две фазы.

Первая фаза – скашивание в валки, состав агрегата: Вектор-410+адаптер для скашивания в валки ЖВН-6 и ее модификации или прицепные валковые жатки.

Вторая фаза - подбор валков, состав агрегата: Вектор-410+платформа-подборщик RSM. В данном случае масса подсушивается до 30-40%. Масличность семян в результате созревания увеличивается.

Филимонов А.Л. считает, что уборку ярового рапса на семена в условиях лесостепи Западной Сибири необходимо проводить двухфазным способом при побурении 70% стручков и подбора валков при наступлении физической спелости семян [4].

Исследования показали, что при однофазной уборке потери семян составили 0,4 т/га. При двухфазной уборке ярового рапса (скашивание валков при 70% побурении стручков) потери семян составили 0,2 т/га. Данный вариант обеспечил наибольшую сохранность выращенного урожая.

Выход масла повышается на 0,126 кг/га при двухфазной уборке при подборе валков в физической спелости семян [4, 5].

С целью проведения сравнительного анализа разных способов уборки рапса нами рассчитаны прямые затраты на уборку рапса при однофазном и двухфазном способах.

Прямое комбайнирование

Норма выработки составляет 14,7 га, расход топлива 8,5 л/га. Комплексная цена 1 л горючего составляет 50 руб. Стоимость топлива составит 425 руб./га.

Работа тарифицируется по 6 разряду тарифной сетки трактористов-машинистов, дневная тарифная ставка 1044,46 руб.

Амортизационные отчисления на 1 усл. этал. га составляют 162,5 руб./га.

Отчисления в ремонтный фонд на 1 усл. этал. га составляют 176,8 руб./га.

Раздельное комбайнирование

1. Кошение.

Норма выработки составляет 16,5 га, расход топлива 3,3 л/га.

Стоимость топлива составит 165 руб./га.

Работа тарифицируется по 6 разряду тарифной сетки трактористов-машинистов, дневная тарифная ставка 1044,46 руб.

Амортизационные отчисления на 1 усл. этал. га составляют 173 руб./га.

Отчисления в ремонтный фонд на 1 усл. этал. га составляют 164,3 руб./га.

2. Подбор валков.

Норма выработки составит 28,6 га, расход топлива 3,1 л/га.

Стоимость топлива составит 155 руб./га.

Работа тарифицируется по 6 разряду тарифной сетки трактористов-машинистов, дневная тарифная ставка 1044,46 руб.

Амортизационные отчисления на 1 усл. этал. га составляют 98,2 руб./га.

Отчисления в ремонтный фонд на 1 усл. этал. га равны 97 руб./га.

Результаты расчетов сведен в таблицу 2. По данным таблицы 2 прямые затраты на прямом комбайнировании и раздельной уборке ярового рапса различны. Урожайность рапса по Иркутской области составила 13,1 ц, но при раздельной уборке потери сокращены на 2 ц, тогда урожайность рапса составит 15,1 ц/га.

Согласно данным таблицы 3, произведен расчет производственных затрат на 1 ц семян рапса. При прямом комбайнировании они составили 1027,3 руб.

Инженерно-техническое обеспечение технологических процессов в АПК

Таблица 2 – Исходные данные для расчета прямых затрат на уборку ярового рапса в условиях Иркутской области

Показатели	Прямое комбайнирование	Кошение	Подбор и обмолот
Урожайность, ц/га	13,1	15,1	15,1
Сменная норма выработки, га	14,7	16,5	28,6
Разряд работы	6	6	6
Дневная тарифная ставка, руб.	1044,46	1044,46	1044,46
Тарифный фонд заработной платы, руб./га	1044,46	1044,46	1044,46
Доплата за продукцию, руб.	261,1	261,1	261,1
Дополнительная оплата, руб.	86,7	86,7	86,7
Повышенная оплата, руб.	130,5	130,5	130,5
Итого	1522,8	1522,8	1522,8
Надбавка за непрерывный стаж работы в условиях Иркутской области, руб.	456,8	456,8	456,8
Доплата по районному коэффициенту, руб.	456,8	456,8	456,8
Итого	2436,4	2436,4	2436,4
Резерв на отпуск, руб.	268,7	268,7	268,7
Доплата за стаж работы на предприятии, руб.	268,6	268,6	268,6
Итого	2973,8	2973,8	2973,8
Отчисления страховых взносов, руб.	892,1	892,1	892,1
Всего заработной платы с отчислениями страховых взносов, руб.	3866,0	3866,0	3866,0
Расход ГСМ, л/га	8,5	3,3	3,1
Комплексная цена горючего, руб./л	50	50	50
Стоимость ГСМ, руб./га	425,0	165,0	155,0
Норма амортизационных отчислений, %	9,1	11,0	16,7
Норма отчислений в ремонтный фонд, %	9,9	9,0	7,0
Стоимость техники, тыс. руб.	6300	300,0	600,0
Амортизационные отчисления, тыс. руб.	573,3	33,0	100,7
Отчисления в ремонтный фонд, тыс. руб.	623,7	27,0	42,0

Таблица 3- Прямые затраты на 1 га на уборку ярового рапса в условиях Иркутской области, руб.

Показатели	Прямое комбайнирование	Кошение	Подбор и обмолот
Заработная плата с отчислениями страховых взносов	263,0	180,2	104,0
Стоимость ГСМ	425,0	165,0	155,0
Амортизационные отчисления	162,5	153,1	98,2
Отчисления в ремонтный фонд	176,8	164,3	97,0
Итого	1027,3	662,6	454,2
Годовая загрузка, час	3528	3960	6864

По данным таблицы 4, прямые затраты на 1 га при отдельной уборке увеличились на 89,5 руб., в расчете на 1 ц снижение составило 4,5 руб.

Общая экономия производственных затрат составила 351,4 тыс. руб.

Таблица 4 - Расчет экономии от применения двухфазной уборки ярового рапса в условиях Иркутской области

Показатели	Значение показателя
Общая площадь посевов рапса, га	17374
Площадь рапса, убранная прямым комбайнированием, га	12162
Площадь рапса, убранная отдельным способом, га	5212
Прямые затраты на уборку при прямом комбайнировании, руб./га	12494,0
Прямые затраты на уборку отдельным способом, руб./га	5820,8
Прямые затраты на 1 га при прямом комбайнировании, руб./га	1027,3
Прямые затраты на 1 га при отдельной уборке, руб./га	1116,8
Прямые затраты на 1 ц при уборке прямым комбайнированием, руб./га	78,4
Прямые затраты на 1 ц при уборке отдельным способом, руб./га	73,9
Экономия прямых затрат на 1ц, руб	4,5
Общая экономия прямых производственных затрат, тыс. руб.	354,1

Выводы. При прямом комбайнировании потери семян рапса превышают агротехнические требования. Фактические потери составляют от 10 до 50% от урожайности [2, 4]. При отдельной уборке рапса снижаются потери семян, повышается их масличность, увеличивается производительность зерноуборочного комбайна. Экономический расчет показал, что при отдельной уборке прямые затраты на 1га превышают затраты при прямом комбайнировании. Это связано с дополнительными затратами на уборку. Выход семян в результате снижения потерь при отдельной уборке увеличивается. Полный анализ и учет потерь семян в поле, содержания масла в семенах показывает, что отдельное комбайнирование рапса выгодно отличается. Необходимо увеличение площади рапса отдельным способом.

Список литературы

1. Антипин А.И. Анализ технологий уборки рапса на семена и масло / А. И. Антипин, Г. Н. Поляков // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: материалы всероссийской научно-практической конференции (5-6 марта 2020 г.): в 3 т. – Молодежный, 2020. – Т. 3. – С. 142-147.
2. Нурлыгаянов Р.Б. Перспективы возделывания ярового рапса в Кемеровской области в условиях импортозамещения / Р.Б. Нурлыгаянов, А.Н. Карома, А.Л. Филимонов //Международный сельскохозяйственный журнал. – 2015. – № 5. – С.22-23.
3. Филимонов А.Л. Совершенствование элементов технологии возделывания ярового рапса на семена в условиях лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / А.Л. Филимонов. – Уфа, 2018. – 22 с.
4. Фолькер Х.П. РАПС. Болезни, вредители, сорные растения: производственно-практическое издание / Х. П. Фолькер. – Минск: Дивимедиа, 2012. – 196 с.

References

1. *Antipin A.I., Polyakov G.N.* Analysis of rapeseed harvesting technologies for seeds and oil // Nauchnye issledovaniya studentov v reshenii aktual'nyh problem APK: materialy vsrossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii (5-6 marta 2020 g.): v 3 t. Molodezhny, 2020, no. 3, pp. 142-147.
2. *Nurlygayanov R.B., Karoma A.N., Filimonov A.L.* Prospects for the cultivation of spring rapeseed in the Kemerovo region in terms of import substitution. *Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal*, 2015, no 5, pp. 22-23.
3. *Filimonov A.L.* Improvement of technology elements of cultivation of spring rapeseed for seeds in the forest-steppe conditions Siberia satisfaction: avtoref. dis. kand. s.-h. nauk: 06.01.01. Ufa, 2018, 22 p.
4. Fol'ker H.P. RAPE. Diseases, pests, weeds: industrial and practical edition. Minsk, 2012, 196 p.

Сведения об авторах

Савченко Сергей Алексеевич – студент 2 курса, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (665462, Россия Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89149172282, e-mail: sxm1953@mail.ru).

Поляков Геннадий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК» инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89025669965, e-mail: sxm1953@mail.ru).

Савченко Инна Анатольевна - кандидат технических наук, доцент кафедры «Менеджмента, предпринимательства и экономической безопасности в АПК». Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89149172282, e-mail: sxm1953@mail.ru).

Information about the authors

Savchenko Sergey Alekseevich – 2nd year student of the faculty of Engineering, Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (665462 Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89149172282, e-mail: sxm1953@mail.ru).

Polyakov Gennady Nikolaevich – candidate of technical sciences, associate professor of the department of Technical support of agroindustrial complex, faculty of Engineering, Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89025669965, e-mail: sxm1953@mail.ru).

Savchenko Inna Anatolievna – candidate of technical sciences, associate professor of the department of "Technical service and general engineering disciplines". Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89149172282, e-mail: sxm1953@mail.ru).

УДК 378.514

ДИСЦИПЛИНА НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА В ПОДГОТОВКЕ АГРОИНЖЕНЕРОВ

Селиванова М. А., Аносова А.И., Косарева А.В.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского
Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

В статье рассмотрены основные проблемы формирования пространственного мышления у студентов агроинженеров (уровень бакалавриат) на примере курса начертательная геометрия и инженерная графика, который являются первой общеинженерной дисциплиной, дающей студенту знания, необходимые для изучения последующих технических дисциплин, а также для будущей его инженерной практической деятельности. В эксперименте принимали участие студенты 1-ых курсов Иркутского ГАУ инженерного факультета по направлению Агроинженерия (уровень бакалавриат) в возрасте 17-19 лет с 2016 по 2020 года. Выявлено, что студенты приходят с низким знанием черчения, но в ходе изучения дисциплины начертательная геометрия и инженерная графика их уровень знаний повышается, что способствует улучшению подготовке вквалифицированных инженеров.

Ключевые слова: агроинженерия, начертательная геометрия и инженерная графика

DISCIPLINE DRAFTING GEOMETRY AND ENGINEERING GRAPHICS IN THE TRAINING OF AGRO ENGINEERS

Celivanova M.A., Anosova A.I., Kosareva A.V.

Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

The article discusses the main problems of the formation of spatial thinking among students of agricultural engineering (bachelor's level) on the example of the course descriptive geometry and engineering graphics, which is the first general engineering discipline that gives the student the knowledge necessary to study subsequent technical disciplines, as well as for its future engineering practice. The experiment was attended by 1st year students of the Irkutsk State Agrarian University at the age of 17-19 years from 2016 to 2019. An analysis was made: it was revealed that students come with a low knowledge of drawing, but in the course of studying the discipline of descriptive geometry and engineering graphics, their level of knowledge increases, which contributes to the preparation of highly qualified engineers.

Keywords: agricultural engineering, descriptive geometry and engineering graphics

Одной из главных задач научно-технического прогресса является совершенствование подготовки квалифицированных кадров для агропромышленного комплекса [1, 2]. Значимым условием для решения данной задачи, является успешное овладение техническими знаниями, а именно умение правильно читать машиностроительные чертежи, знание приемов и правил их выполнения и оформления, а также условных графических обозначений, применяемых в начертательной геометрии [3].

Курс начертательная геометрия и инженерная графика являются первой общеинженерной дисциплиной, дающей студенту знания, необходимые для изучения последующих технических дисциплин, а также

для будущей его инженерной практической деятельности. Дисциплина служит основой технической подготовки инженеров [4].

На основании ФГОС ВО (федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования) – бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, дисциплина «Начертательная геометрия и инженерная графика» находится в обязательной части Блока 1 модуля "Общепрофессиональные дисциплины" учебного плана, что обеспечивает формирование следующих компетенций:

УК -1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

ОПК-2 Способен использовать нормативные правовые акты и оформлять специальную документацию в профессиональной деятельности.

Студенты по направлению 35.03.06 Агроинженерия (уровень бакалавриат) инженерного факультета изучают дисциплину на первом курсе первого и второго семестра. Приступая к изучению, мы проводим срез знаний. В эксперименте участвовали студенты, обучающиеся в период 2016 - 2019 годы [5].

Пример задания (срез знаний) представлен на рисунке 1 в виде аксонометрического изображения. Необходимо построить плоский чертеж – три вида с учетом проекционных связей и размеров [6].

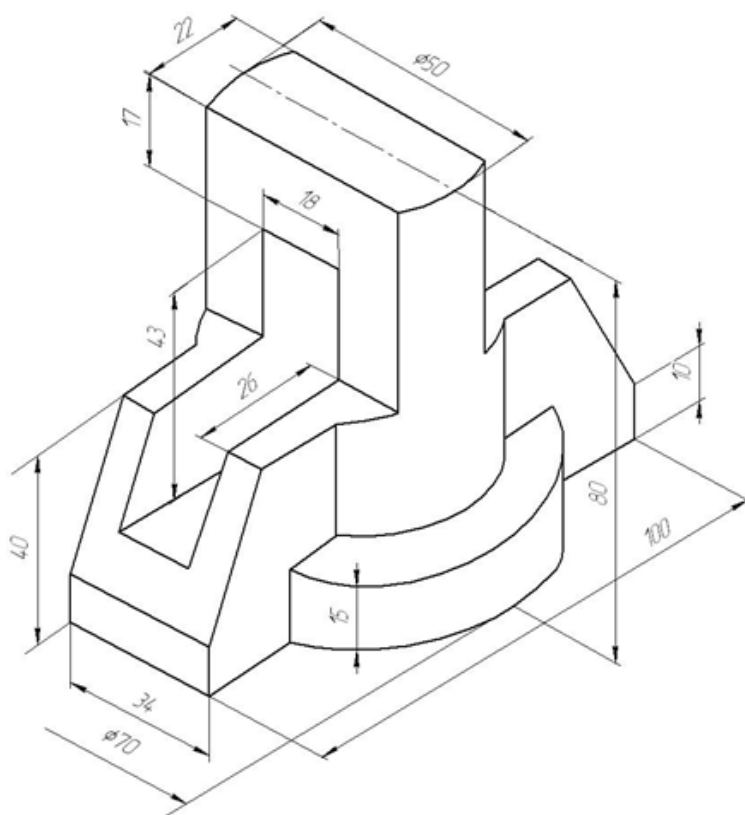


Рисунок 1 – Пример задания

Результаты оценивались по 5 бальной шкале: 0 – не изучал (все виды неправильны; 1 – низкий (один из видов правильный, но нет проекционной связи и (или) выполнен не по размерам); 2 – ниже среднего (один из видов правильный, но соблюдены проекционной связи и (или) выполнен по размерам); 3 – средний (один из видов не правильный или все виды правильные, но нет проекционной связи); 4 – выше среднего (все виды правильные, но имеются небольшие недочеты); 5 – высокий (все правильно) [3, 5, 6].

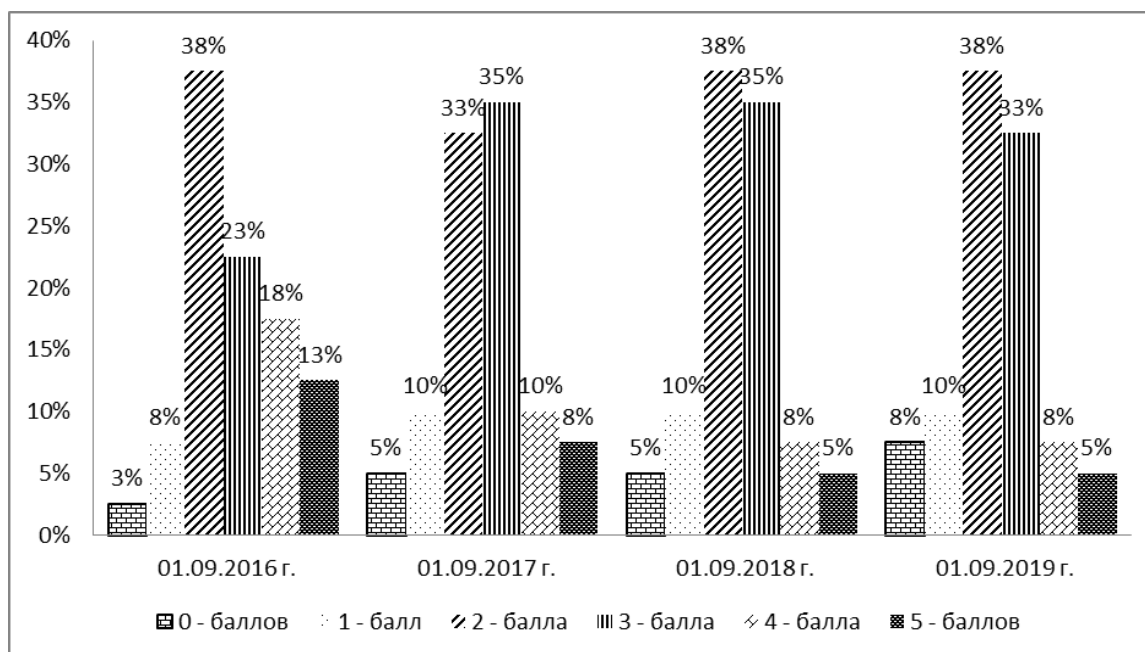


Рисунок 2 – Результаты среза знаний с 2016 по 2019 г. [9]

После проведенного среза знаний видно (рисунок 2), что большинство студентов приходят со знаниями ниже среднего уровня, и этот показатель ухудшается с каждым годом, это говорит о том, что в школах большинство будущих студентов плохо изучают черчение или вообще не изучают, а также данная дисциплина переходит в ряд факультативов. Но развитие современного машиностроения невозможно без чертежей. Чертеж служит средством передачи большого количества информации описывающей конструкцию различных машин. Поэтому будущему инженеру необходимы эти знания получить на курсе начертательной геометрии и инженерной графики [5, 6, 7, 8].

Данный курс, включает в себя теоретическая и практическая части, в которые входят методы проецирования, проецирование геометрических образов, позиционные и метрические задачи, способы преобразования чертежа, поверхности, пересечение поверхностей, изображения, рабочие чертежи деталей, изображение типовых соединений деталей, сборочный чертеж, схемы. По окончанию первого семестра – экзамен. Результаты представлены на рисунке 3.

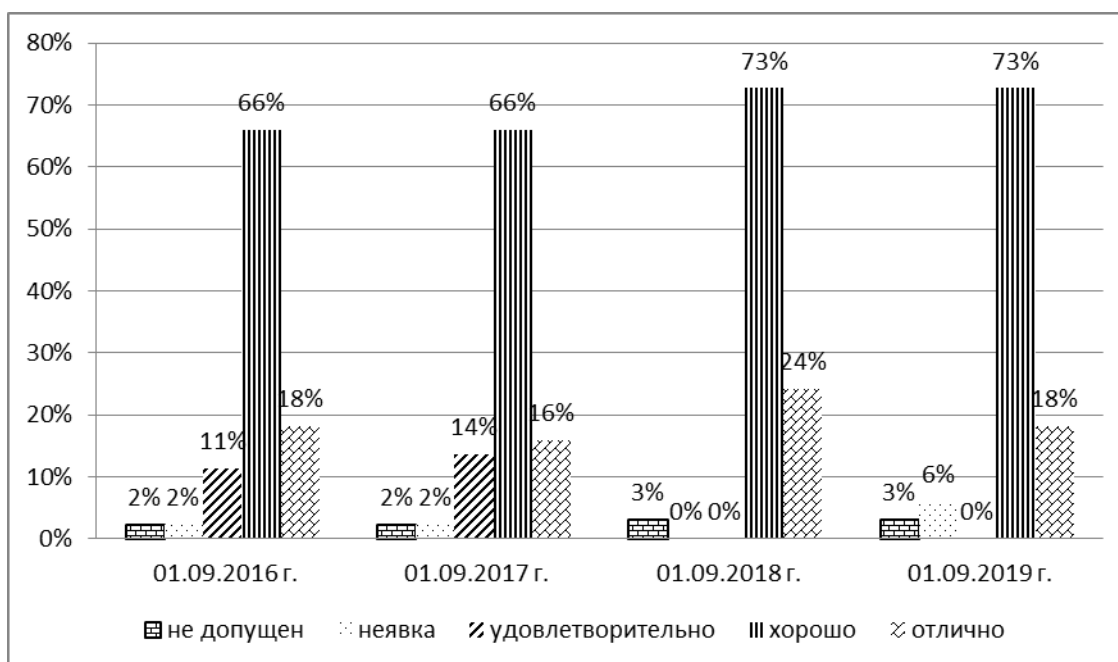


Рисунок 3 – Результаты экзамена

По результатам рисунка 3, можно увидеть, что большинство студентов 1-го курса Иркутского ГАУ в полной мере получают свои знания по курсу начертательная геометрия и инженерная графика. Общий уровень успеваемости за все годы варьирует от 81 до 96%. Большинство студентов получают за экзамен: хорошо и отлично.

В результате выше сказанного, можно сделать вывод, что студенты готовы к решению инженерных задач, связанных с точки зрения начертательной геометрии и инженерной графики, что является необходимой частью профессиональной подготовки будущих специалистов.

Список литературы

1. *Анохин А.Н.* Методы экспертных оценок. Учебное пособие. /А.Н. Анохин – Обнинск: ИАТЭ, 1996. – 148 с
2. *Боголюбов С.К.* Инженерная графика: Учебник для средних специальных учебных заведений. 3-е изд. испр Б74 и дополн /С.К. Боголюбов. - Москва: Машиностроение, 2000. – 352 с.
3. *Зажигаев, Л.С.* Методы планирования и обработка результатов физического эксперимента / Л.С. Зажигаев, А.А. Кишьян, Ю.И. Романников. Москва Атомиздат. 1978. 231 с.
4. Концепция развития инженерно-технического сервиса фермерских хозяйств. Москва: ГОСНИТИ. 1992. 22 с.
5. Метод экспертных оценок [Электронный ресурс]. URL: <https://4analytics.ru/metodi-analiza/metod-ekspertnix-ocenok.html>.
6. Начертательная геометрия и инженерная графика : учеб. пособие для студентов-заочников направление 35.03.06 - Агроинженерия / Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского ; сост. А. В. Косарева. Иркутск: Изд-во ИрГАУ. 2019.
7. Электронно-образовательная среда [Электронный ресурс]. URL: <http://ios.irsau.ru/modules/deanery/table?mod=chair&chair=21>
8. Образование / ресурсы [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/resource/151/73151/files/ostrozkov-a.pdf>

References

1. *Anokhin A.N.* Methods of expert judgment. Obninsk. 1996, 148 p.
2. *Bogolyubov S.K.* Engineering graphics: Textbook for secondary specialized educational institutions. - 3rd ed. corrected B74 and add. M.: Mechanical engineering, 2000, 352 p.
3. *Zazhigaev L.S.* Methods of planning and processing of the results of a physical experiment. Moscow: Atomizdat, 1978, 231 p.
4. Concept of development of engineering and technical service of farms. Moscow: GOSNITI. 1992. 22 p.
5. Method of expert assessments [Electronic resource]. URL: <https://4analytics.ru/metodi-analiza/metod-ekspertnix-ocenok.html>.
6. Descriptive geometry and engineering graphics: textbook. manual for correspondence students direction 35.03.06 - Agroengineering. Irkutsk: Publishing house IrGAU. 2019. 106 p.
7. Electronic educational environment. [Electronic resource]. URL: <http://ios.irsau.ru/modules/deanery/table?Mod=chair&chair=21>.
8. Education / resources. [Electronic resource]. URL: <http://window.edu.ru/resource/151/73151/files/ostrozkov-a.pdf>.

Сведения об авторах

Селиванова Мария Андреевна – студент 3 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89041283337, e-mail: mariya.selivanova.2000@mail.ru)

Аносова Анна Иннокентьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры технической сервис и общинженерных дисциплин инженерного факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89836938151 e-mail: a.anosova@yandex.ru).

Косарева Анна Викторовна - кандидат технических наук, доцент кафедры технической сервис и общинженерных дисциплин инженерного факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89086699788 e-mail: ankosar@mail.ru).

Information about the authorss

Celivanova Mariya Andreevna – 3rd year student of the faculty of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel. 89041283337, e-mail: mariya.selivanova.2000@mail.ru)

Anosova Anna Innokentievna – candidate of technical sciences, associate professor of the department of technical services and general engineering disciplines of the engineering faculty Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, Molodezhny, tel. 89836938151, e-mail: a.anosova@yandex.ru).

Kosareva Anna Viktorovna – candidate of technical sciences, associate professor of the department of technical services and general engineering disciplines of the engineering faculty Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, Molodezhny, tel. 89086699788, e-mail: ankosar@mail.ru).

УДК 631.372

АНАЛИЗ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Степанов Н.Н., Бричагина А.А., Степанов Н.В.

*Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия*

В статье проведен анализ использования автомобильного транспорта в сельскохозяйственном предприятии Иркутской области. Проанализирована динамика изменения годового грузооборота, коэффициента технической готовности, использования грузоподъемности, использования пробега. Установлено, что отдельные технико-эксплуатационные показатели, влияющие на производительность подвижного состава, находятся на достаточно высоком уровне. Однако наблюдается неравномерность грузооборота и невысокий коэффициент использования пробега. На основании проведенных исследований, по каждому из анализируемых показателей, предложены пути повышения эффективности использования транспорта.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, подвижной состав, технико-эксплуатационные показатели, грузооборот, маршрут движения, коэффициент, пробег.

ANALYSIS AND WAYS TO INCREASE EFFICIENCY USE OF ROAD TRANSPORT IN AGRICULTURAL ENTERPRISES

Stepanov N.N., Brichagina A.A., Stepanov N.V.

*Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

The article analyzes the use of road transport in an agricultural enterprise of the Irkutsk region. The dynamics of changes in annual cargo turnover, technical readiness coefficient, use of carrying capacity, use of mileage are analyzed. It was found that some technical and operational indicators affecting the productivity of rolling stock are at a fairly high level. However, there is an unevenness in cargo turnover and a low utilization rate of mileage. On the basis of the studies carried out, for each of the analyzed indicators, ways of increasing the efficiency of transport use are proposed.

Key words: road transport, rolling stock, technical and operational indicators, freight turnover, route of movement, coefficient, mileage.

Производство сельскохозяйственной продукции связано с выполнением ряда производственных процессов. Транспортный процесс в агропромышленном комплексе имеет свои особенности, отличающие его от других сфер производства. Это сезонность выполнения работ, связь с технологическими машинами, дорожные условия, род груза и др. Транспортный процесс, как и все другие процессы производства, планируется, анализируется и оценивается по принятой на практике системе показателей.

Для планирования, учёта и анализа работы подвижного состава грузового автомобильного транспорта разработаны показатели, позволяющие оценивать результаты его работы и степень использования

подвижного состава. Показателями, характеризующими результаты работы подвижного состава, являются: объём перевозок (тонны); грузооборот (тонно-километры). К показателям степени использования подвижного состава относятся: коэффициент технической готовности подвижного состава; коэффициент использования грузоподъёмности; коэффициент использования пробега; коэффициент выпуска подвижного состава на линию; техническая скорость движения; эксплуатационная скорость и другие [1, 2, 4].

Технико-эксплуатационные показатели зависят от многих факторов: технической оснащённости автотранспортных предприятий (тип подвижного состава, его грузоподъёмность, срок эксплуатации); рода и свойств перевозимых грузов; метода организации перевозок; организации технического обслуживания и ремонта подвижного состава; состояния и развитости дорожной сети; наличия погрузочно - разгрузочных средств; природно - климатических условий; форм организации труда и стимулирования работников и ряда других.

В конечном итоге они влияют на производительность подвижного состава, своевременность выполнения работ и сохранность груза. Особенно когда сроки перевозки ограничены агротехническими требованиями на возделывание и уборку сельскохозяйственных культур и специфическими свойствами сельскохозяйственных грузов.

Нами для изучения состояния вопроса и возможности распространения положительного опыта был проведён анализ ряда технико-эксплуатационных показателей работы подвижного состава в одном из передовых хозяйств Иркутской области.

Работа грузового автомобильного транспорта характеризуется, как было отмечено выше, двумя основными показателями: объёмом перевозок грузов и грузооборотом.

Так как объём перевозок не является определяющим при расчёте количества подвижного состава, поэтому для анализа был построен годовой график грузооборота на предприятии (рисунок 1).

Из графика видно, что грузооборот в течение года имеет некоторую неравномерность. Минимальное значение грузооборота наблюдается зимой и составляет 2375675 ткм. При этом рост наблюдается в летний и осенний период, а пиковое значение приходится на период уборочных работ и равняется 3750590 ткм. Среднее значение соответствует 2819229 ткм. В данном случае, коэффициент неравномерности грузооборота составил 0,75.

Для анализа оценочных показателей, характеризующих степень использования подвижного состава, воспользуемся полученными значениями для нижеприведённых коэффициентов. Их расчёт проводился по известным методикам [3, 5, 6].

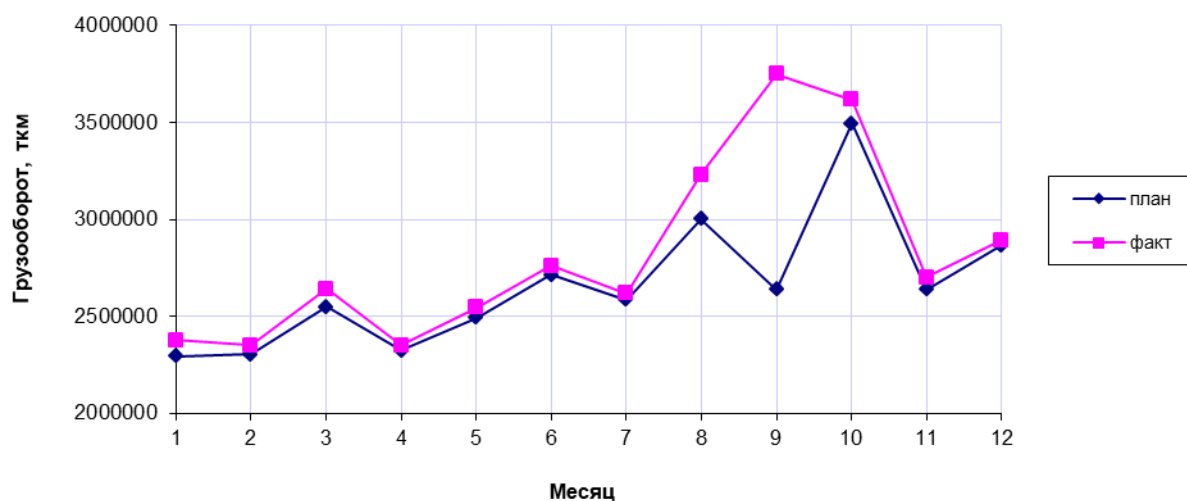


Рисунок 1 – Динамика грузооборота по месяцам

Готовность парка подвижного состава к перевозкам определяется коэффициентом технической готовности (рисунок 2).

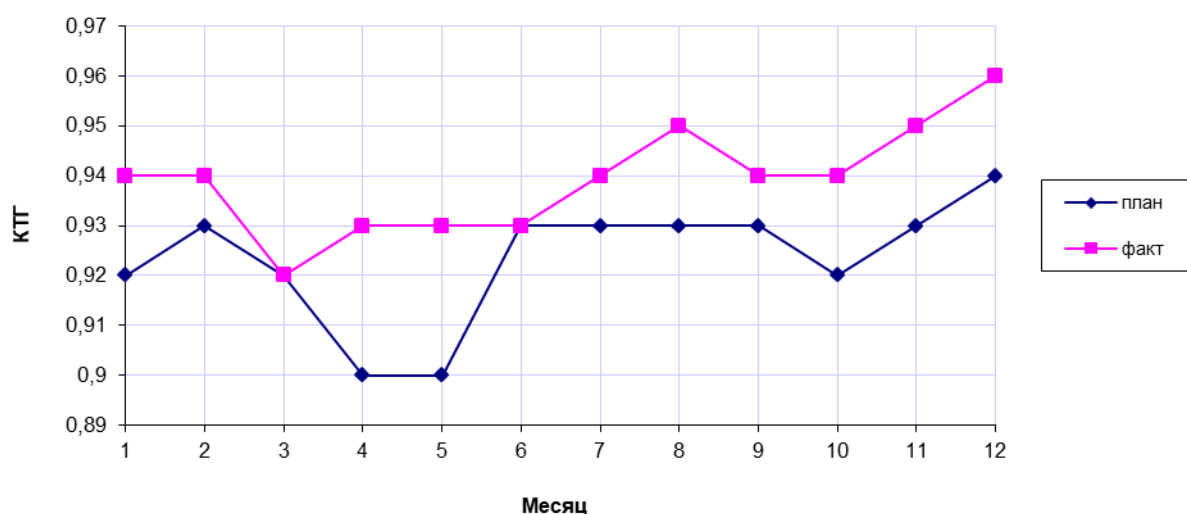


Рисунок 2 – Динамика коэффициента технической готовности по месяцам

Диаграмма показывает, что на предприятии достаточно высокая техническая готовность автомобильного парка коэффициент не менее 0,90. Просматривается тенденция отличия плановых и фактических показателей в сторону больших значений последних, что говорит о занижении плановых значений. Некоторое снижение коэффициента технической готовности в осенний период можно объяснить участием их в осенних полевых работах.

Здесь и повышение нагрузки, особые условия эксплуатации (дорожные, запылённость и другие [7, 8]).

Коэффициент технической готовности парка во многом зависит от организации работы технической службы автотранспортного предприятия, условий эксплуатации, технического состояния подвижного состава и отношения к транспортным средствам водителей.

Высокого уровня коэффициента технической готовности парка на предприятии добиваются своевременным и качественным проведением технического обслуживания и ремонта подвижного состава, правильной организацией проведения технического обслуживания с применением диагностирования, соблюдением установленных правил технической эксплуатации подвижного состава, применением совершенных технологий ремонта и технического обслуживания подвижного состава, развитой ремонтно - эксплуатационной базы, повышением квалификации водителей. Особую роль играет и совершенствование конструкций современных автомобилей, рост их эксплуатационной надёжности.

Несмотря на постоянное обновление парка подвижного состава на предприятии, следует отметить, что в транспортном обеспечении отраслей растениеводства и животноводства используются с большим сроком эксплуатации, устаревшие марки автомобилей. Это, как было отмечено выше, тоже сказывается и на снижении коэффициента технической готовности в период уборочных работ.

Парк автотранспортного предприятия характеризуется количеством единиц подвижного состава, предназначенных для выполнения перевозок. Каждая единица подвижного состава характеризуется определённой номинальной грузоподъёмностью в тоннах, определяющей то предельное количество груза, которое может быть погружено в кузов подвижного состава. Однако грузоподъёмность не всегда используется полностью вследствие перевозки небольшого количества груза или груза с малым объёмным весом. Степень использования номинальной грузоподъёмности единицы подвижного состава при перевозке грузов оценивают коэффициентами статического и динамического использования грузоподъёмности.

При организации перевозок грузов стремятся к более полному использованию грузоподъёмности подвижного состава, так как повышение степени использования номинальной грузоподъёмности способствует увеличению производительности и снижению затрат на перевозку.

При определении коэффициента статического использования грузоподъёмности не учитывается расстояние перевозки груза, хотя этот фактор существенно влияет на результаты работы подвижного состава. Поэтому на автомобильном транспорте наряду с коэффициентом статического использования грузоподъёмности рассчитывают коэффициент динамического использования грузоподъёмности. Таким образом, в отличие от коэффициента статического использования грузоподъёмности он

учитывает не только количество перевезённого груза, но и расстояния, на которые перевозится груз (рисунок 3). На предприятии коэффициент использования грузоподъёмности составляет 0,75 - 0,85, что, в целом, неплохой результат.

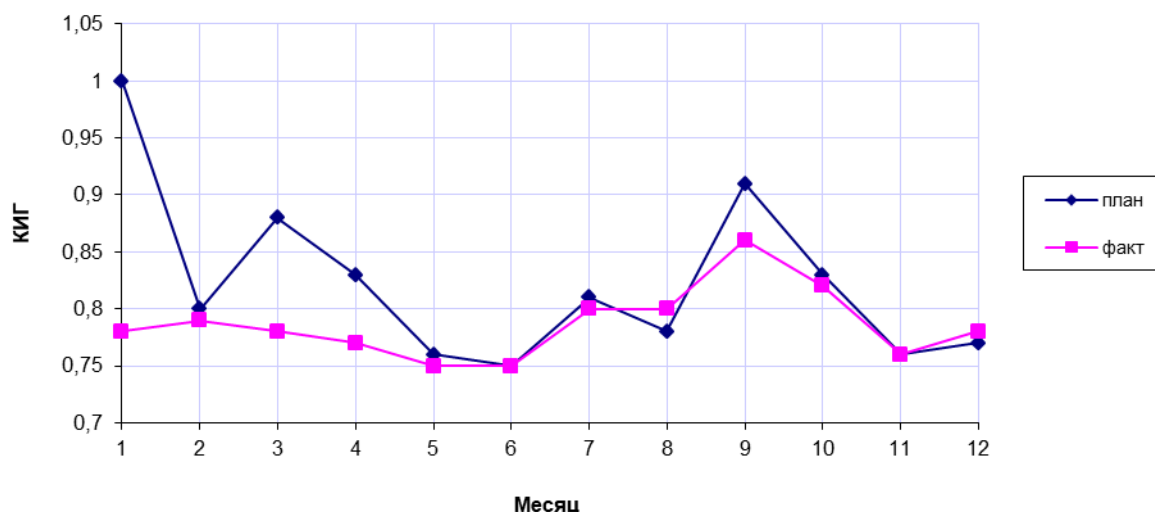


Рисунок 3 – Динамика коэффициента использования грузоподъёмности по месяцам

При организации и планировании перевозок необходимо учитывать причины снижения использования грузоподъёмности подвижного состава и проводить мероприятия, способствующие их устранению [9].

Таким образом, на уровень коэффициента использования грузоподъёмности влияют: род перевозимого груза, размер отдельных партий груза, вид тары и способ укладки груза в кузове, применяемый тип подвижного состава и расстояние перевозки груза. Влияние рода груза на уровень коэффициента использования грузоподъёмности сказывается через объёмный вес, габаритные размеры и физические свойства груза. При перевозке грузов малыми партиями (расчётный вес которых менее номинальной грузоподъёмности подвижного состава) значительно снижается степень использования грузоподъёмности и выработка подвижного состава в тоннах.

С целью повышения коэффициента использования грузоподъёмности обращают внимание на группировку и укрупнение мелко партийных грузов, наращиванию борта кузова и подбору транспортных средств по показателю грузовместимости, рациональному размещению груза в кузове подвижного состава, использованию специализированного подвижного состава.

Повышение коэффициента использования грузоподъёмности является важной задачей организации перевозок, так как уменьшает потребное количество подвижного состава, необходимого для выполнения заданного объёма перевозок.

Поскольку не весь пробег подвижного состава используется производительно и часть его совершается без груза, то рассмотрим и показатель, оценивающий степень использования пробега (рисунок 4).

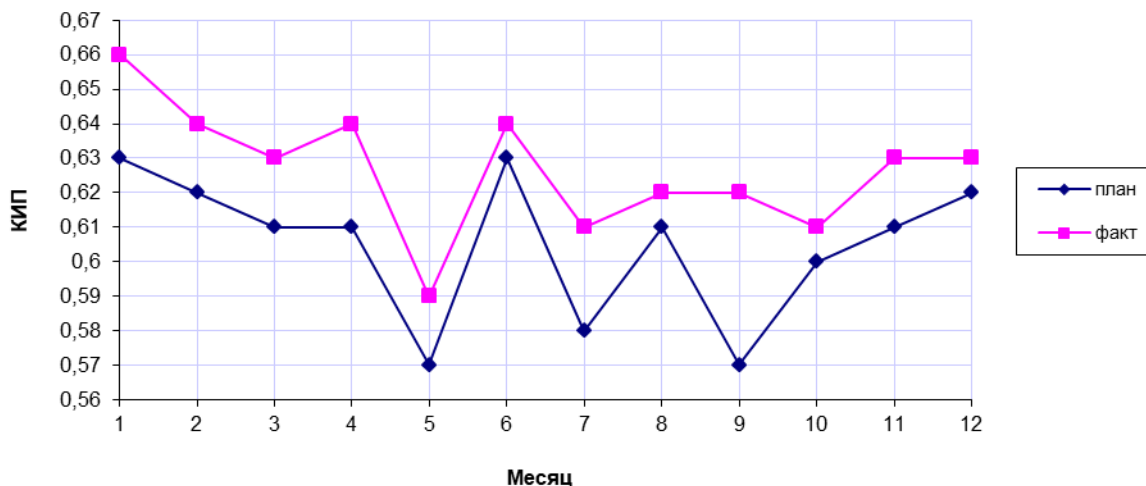


Рисунок 4 – Динамика коэффициента использования пробега по месяцам

В данном случае коэффициент использования пробега составляет 0,59-0,66. Лучший вариант если он будет равен 1,0. Достичь этого в отрасли сельскохозяйственного производства, где используется большое количество технологического транспорта, очень сложно. При обслуживании полевых технологических машин движение с грузом осуществляется обычно в одну сторону. Загрузка груза в обратную сторону связана с потерями времени, а несвоевременность транспортного обеспечения сказывается на простоях комбайнов, посевных комплексов, разбрасывателей и т. д. [5, 6]. Поэтому выбирают вариант с простоем транспорта в ожидании обслуживания агрегатов. Когда транспорт не связан с технологическими процессами, существуют пути его повышения эффективности его использования.

С этой целью работники службы эксплуатации должны изучать грузооборот по направлениям перевозок, структуру грузопотоков и их объём перевозок, организовывать рациональные маршруты движения (кольцевой маршрут с заездами). Для нахождения попутного груза автотранспортные предприятия должны прибегать к услугам, бирж автоперевозок (ati.su) [7, 8, 9, 10], устанавливая прямые связи со сбытовыми и снабженческими организациями.

Для более производительного использования подвижного состава должна работать диспетчерская служба по эксплуатации транспортных средств, которая обязательно должна использовать информационные технологии.

Выводы. 1. Результаты проведенного анализа свидетельствуют о достаточно высокой эффективности использования автомобильного транспорта на предприятии:

- коэффициент неравномерности грузооборота 0,5;
- коэффициент технической готовности 0,92 - 0,96;
- коэффициент использования грузоподъемности 0,75 - 0,85;
- коэффициент использования пробега 0,59 - 0,66.

2. Отдельные рекомендации могут быть использованы предприятием в дальнейшей хозяйственной деятельности и быть полезны другим перевозчикам сельскохозяйственных грузов.

Список литературы

1. Автомобильные и тракторные перевозки. Учебник, (под. ред. проф. Дидманидзе О.Н.). - М.: УМЦ «ТРИАДА», 2005. - 455 с.
2. Гоберман В.А. Автомобильный транспорт в сельскохозяйственном производстве /В.А. Гоберман – М. : Транспорт, 2008. – С. – 286 с.
3. Дидманидзе О.Н. Специализированный подвижной состав автомобилей агропромышленного комплекса. Учебник / О.Н. Дидманидзе. - М. : УМЦ «ТРИАДА», 2005. - 200 с.
4. Миронюк С.К. Использование транспорта в сельском хозяйстве /С.К Миронюк.. – М. : Колос, 2002, – 286 с.
5. Транспорт в сельскохозяйственном производстве : метод. указ. по изучению дисциплины для направления подгот. 35.03.06 "Агроинженерия" / Иркут. гос. аграр. ун - т им. А. А. Ежовского ; сост.: Н.В. Степанов, А.Н. Степанов. - Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ, 2019. - 33 с. - Текст : электронный // Электронная библиотека Иркутского ГАУ.
6. Туревский И.С. Автомобильные перевозки / И.С. Туревский. - М.: Форум, ИНФРА-М. 2009. - С. 224.
7. Завтра сессия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zavtrasessiya.com/index.pl?act=PRODUCT&id=3823>.
8. Особенности применения современного тракторного транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-primeneniya-sovremennogo-traktornogo-transporta-v-tehnologicheskikh-protsessah-po-v>.
9. Студопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studopedia.org/4-182693.html>.

References

1. Automobile and tractor transportation. (under the editorship of prof. Didmanidze O.N.). Moscow: UMC "TRIADA", 2005, 455 p.
2. Goberman V.A. Automobile transport in agricultural production. Moscow: Transport, 2008, 286 p.
3. Didmanidze O.N. Yessenovsky - Lashkov Yu.K., Pil'shchikov V.L. Specialized rolling stock of agricultural vehicles. Textbook. Moscow: UMC "TRIADA". 2005, 200 p.
4. Mironyuk S.K. The use of transport in agriculture. Moscow: Kolos. 2002, 286 p.
5. Turevsky I.S. Automobile transportation. Moscow: Forum, INFRA-M. 2009, pp. 224.
6. Transport in agricultural production: method. decree. on the study of the discipline for the direction of training. 35.03.06 "Agroengineering". Irkutsk state agricultural university. 2019, 33 p.
7. Tomorrow session [Electronic resource]. URL: <https://zavtrasessiya.com/index.pl?act=PRODUCT&id=3823>.

8. Features of the use of modern tractor transport. [Electronic resource]. URL: [https://cyberleninka.ru / article / n /osobennosti-primeneniya-sovremennogo-traktornogo-transporta-v-tehnologicheskikh-protsessah-po-v](https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-primeneniya-sovremennogo-traktornogo-transporta-v-tehnologicheskikh-protsessah-po-v)

9. Studopedia. [Electronic resource]. URL: <https://studopedia.org/4-182693.html>

Сведения об авторах

Степанов Николай Николаевич – студент 4 курса инженерного факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

Бричагина Анастасия Александровна – к.т.н., доцент кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

Степанов Николай Васильевич – к.т.н., доцент кафедры эксплуатации машинно - тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального обучения инженерного факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

Information about the authors

Stepanov Nikolay N. – the 4th year student of the faculty of engineering, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

Brichagina Anastasia A. – candidate of technical sciences, associate professor of the department of technical support of agriculture, faculty of engineering, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel. 83952237429, email: mech@igsha.ru).

Stepanov Nikolai V. – candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of Machine and tractor park operation, life safety and professional education of the faculty of engineering, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsky district, Molodezhny, tel. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

УДК 613.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ В УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЯХ

Степанов Н.Н., Шелкунова Н.О.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

В статье рассмотрена проблема освещения учебных аудиторий в соответствии с нормами. Освещение является важнейшей составляющей процесса образования, так как люди, получают информацию с помощью зрительных ощущений. Представлены исследования фактической освещенности рабочих мест студентов. Для измерения освещенности применялся цифровой люксметр с режимом регистрации. Приведена методика измерения показателей освещенности. Был проведен анализ показателей освещенности аудиторий инженерного факультета. По итогам исследования фактической освещенности рабочих мест студентов и, исходя из расчетных показателей, даны рекомендации студентам.

Ключевые слова: освещенность, многофункциональный тестер, санитарные нормы и правила, учебные аудитории.

STUDY OF LIGHTNING IN EDUCATIONAL AUDIENCES

Stepanov N.N., Shelkunova N.O.

Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

The article deals with the problem of lighting classrooms in accordance with the norms. Lighting is the most important component of the educational process, as people receive information through visual sensations. Studies of the actual illumination of students' workplaces are presented. To measure the illumination, a digital luxmeter with a recording mode was used. The method of measuring the illumination indicators is given. The analysis of indicators of illumination of classrooms of the Faculty of Engineering of various directions was carried out. Based on the results of the study of the actual illumination of students' workplaces and, based on the calculated indicators, recommendations are given to students.

Key words: illumination, multifunctional tester, standard rules and regulations, educational audience.

Цель исследования - изучить параметры освещенности в учебных аудиториях.

Материалы и методы исследования. Освещение является важнейшей составляющей процесса образования, так как 80 % информации люди, получают посредством зрительных ощущений. Наиболее благоприятным является естественное освещение, однако невозможно обеспечить требуемый уровень дневного света на протяжении всего учебного дня. Недостаток естественного света обязательно компенсируется общим освещением, которое должно соответствовать нормам и правилам проектирования, а также быть комфортным для преподавателей и студентов. Освещение в вузе должно быть безопасным и комфортным для обучающихся, способствовать созданию оптимальной визуальной среды, которая помогает концентрации в процессе учёбы [1, 9].

Освещенность помещения является основополагающим фактором, определяющим комфортность окружающей световой среды. Освещенность учебных аудиторий имеет большое значение, особенно в зимний период, когда поздно светлеет и рано темнеет, а занятия в учебных аудиториях проходят по 8 часов в день. Занятия для заочников проходят во второй половине дня. Поэтому очень важно, чтобы для обучающихся было создано такое освещение аудиторий, чтобы оно соответствовало оптимальным параметрам [2, 7].

Параметры освещенности рабочих помещений регламентируются ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений [1].

Измерение освещенности и определение ее равномерности проводят по ГОСТ Р 54944, используя сетку. Сетка для расчетов и измерений представляет собой площадку (квадратную или прямоугольную) с отношением сторон от 0,5 до 2,0 и расстоянием между точками внутри площадки [2].

Освещенность рабочих помещений может быть естественной, искусственной и комбинированной.

Естественное освещение – освещенность, создаваемая прямыми солнечными лучами или рассеянным светом небосвода, может быть: боковым, верхним и комбинированным.

Искусственное освещение – это получение света от неестественных источников. В их число входит: огонь, газовые установки, электрические лампы и светильники, прожектора и прочее [10].

Естественное освещение предусматривают во всех учебных помещениях.

Допускается отсутствие инсоляции в учебных кабинетах информатики, спортивно-тренажерных залах, помещениях пищеблока, актового зала, административно - хозяйственных помещениях.

В аудиториях должно быть боковое естественное левостороннее освещение [8].

Для исследования были взяты случайным образом 12 учебных аудиторий: лекционные аудитории; аудитории для практических занятий; учебные аудитории - лаборатории; лаборатории - боксы.

Измерения параметров освещенности производились прибором, представленным на рисунке 1. В аудиториях измеряли величину комбинированного освещения.

Методика измерения освещенности рабочих мест. Минимальное число контрольных точек для измерения определяют исходя из размеров помещения и высоты подвеса светильников над рабочей поверхностью. Для этого рассчитывают индекс помещения i' по формуле [3]:

$$i' = \frac{ab}{h_0(a+b)}, \quad (1)$$

где a – ширина помещения, м; b – длина помещения, м; h_0 – высота подвеса светильников, м.



Рисунок 1 – Цифровой люксметр модели DT - 1308 для измерения параметров освещенности рабочих помещений

После расчетов минимальное количество контрольных точек измерения освещенности получилось равное 4. Применительно к типу учебных аудиторий возьмем 6 контрольных точек, которые показаны на схеме (рисунок 2).

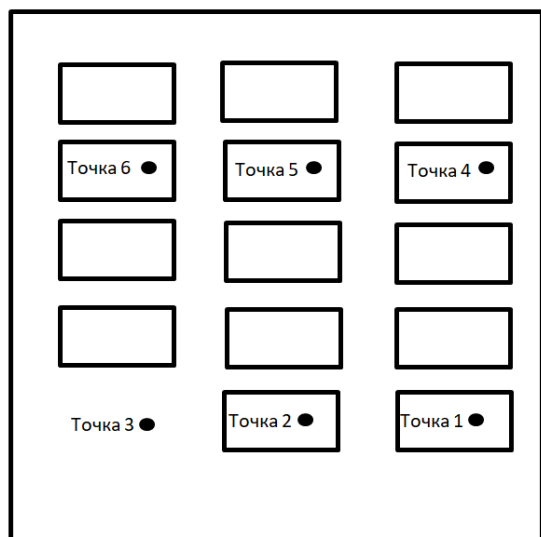


Рисунок 2 – Методика измерения освещенности в учебной аудитории

Измерения освещенности производим следующим образом:

1. Включаем осветительные установки не менее чем за 5 мин. до начала измерений.

2. Размещаем датчик измерителя освещенности в контрольной точке измерения;

3. Производим измерения уровня суммарной освещенности E_0 в точке измерения.

Кроме того, замеры проводили с тройной повторностью. Результаты измерений занесены в таблицу.

Среднюю освещенность в помещении определяли как среднее арифметическое значение измеренных освещенностей в контрольных точках помещения по формуле [3]:

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_i, \quad (2)$$

где E_i – измеренные значения освещенности в контрольных точках помещения, лк; N – число точек измерения.

Для оценки однородности уровня освещения рассчитывается коэффициент равномерности Z , оптимальное значение которого согласно СНиП должно находиться в пределах 0,35 - 0,55, а максимальное и желательное для аудиторий – близкое к 1 [5, 6].

$$Z = \frac{E_{\text{min}}}{E_{\text{max}}}, \quad (3)$$

где E_{min} – минимальное значение освещенности, лк; E_{max} – максимальное значение освещенности, лк.

Таблица – Результаты измерений освещенности в одной из учебных аудиторий

Точки измерений освещенности	Освещенность, lux
Точка 1	1270
	1271
	1269
Точка 2	696
	698
	694
Точка 3	2121
	2120
	2122
Точка 4	860
	862
	858
Точка 5	593
	594
	592
Точка 6	512
	511
	513

Результаты и их обсуждение. После обработки данных по освещенности учебных аудиторий, получены следующие результаты.

Средний уровень освещенности парт в соответствии с СанПиН 2.2.4.3359-16 не должен быть ниже 400 лк. Минимальная освещенность парт не должна быть ниже 90 % этой нормы [4].

Освещенность в учебных помещениях изменяется по полиномиальной зависимости.

Средняя освещенность в учебных аудиториях составила 584 лк, это говорит о том, что она находится в оптимальных пределах.

Коэффициент равномерности освещенности изменяется по полиномиальной зависимости, среднее значение – 0,45, это говорит о том, что в учебных аудиториях равномерность освещения составляет 45 %.

Выводы. 1. Все учебные помещения имеют естественное освещение. Парты и столы размещаются, так чтобы свет падал с левой стороны от студентов. В учебных помещениях система общего освещения обеспечивается потолочными светильниками с люминесцентными лампами и светодиодами.

2. Освещенность в аудиториях соответствует нормативам, а однородность уровня освещения равномерности равна 0,45. Для того чтобы увеличить равномерность освещения в учебных аудиториях на факультете необходимо заменить лампы на более мощные.

Список литературы

1. Безопасность жизнедеятельности : метод. указ. по изучению дисциплины и задания для контр. работ студентам заочн. формы обучения; сост.: *С.Г. Бородин, Н.О. Шелкунова*. Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ, 2018. - 36 с.
2. *Горбаткова Е.Ю.* Гигиеническая оценка показателей освещённости и неионизирующих излучений учебных помещений вузов. Гигиена и санитария. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-2-152-157>
3. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений Дата введения 2014-07-01.
4. *Девисилов В.А.* Освещение и здоровье человека /*В.А. Девисилов* // Приложение к журналу «Безопасность жизнедеятельности», 2003. № 7. с. 16.
5. *Занько Н.Г.* Безопасность жизнедеятельности /*Н.Г. Занько* [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com/book/92617>. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.
6. *Каюмов Р.Р.* Исследование освещенности производственных помещений: Учебно-методическое пособие по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов очного и заочного обучения факультетов биотехнологии и стандартизации, ветеринарной медицины /*Р.Р. Каюмов* Издательство Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, 2019, - 29 с
7. *Курдюкова Е.А.* Освещенность учебных аудиторий /*Е.А. Курдюкова* // Вопросы науки и образования. 2017. № 9 (10). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osveschennost-uchebnyh-auditoriy> (дата обращения: 18.02.2021).
8. СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» (с изменениями на 22 мая 2019 года).
9. *Шелкунова Н.О.* Агропромышленный комплекс Иркутской области в свете статистических наблюдений о травматизме. *С.Г. Бородин, Н.О. Шелкунова*. Актуальные вопросы аграрной науки. - 2019 (30). - С. 19 - 27.
10. *Шеметова Е.Г.* Исследование освещенности рабочих мест студентов университета

/Е.Г. Шеметова // Вестник КемГУ. 2015. № 2 - 5 (62). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-osveschennosti-rabochih-mest-studentov-universiteta>.

Reference

1. Life safety: method. decree. on the study of the discipline and assignments for counter. works for students by correspondence. forms of education. S.G. Borodin, N.O. Shelkunova, IrGAU, 2018, 36 p.
2. *Gorbatkova E.Yu.* Hygienic assessment of indicators of illumination and non-ionizing radiation of educational premises of universities. Hygiene and sanitation. [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-2-152-157>
3. GOST R 55710-2013 Lighting of workplaces inside buildings. Norms and methods of measurements. Date of introduction 2014-07-01.
4. *Devisilov V.A.* Lighting and human health. Supplement to the journal "Life Safety", 2003, no 7, p. 16.
5. *Zanko N.G.* Life safety [Electronic resource]. URL: <https://e.lanbook.com/book/92617>. Title with title. screen. В. с.
6. *Kayumov R.R.* Study of illumination of industrial premises: Study guide on the discipline "Life Safety" for full-time and part-time students of the faculties of biotechnology and standardization, veterinary medicine. Publishing house Kazan state academy of veterinary medicine N.E. Bauman. 2019, 29 p.
7. *Kurdyukova E.A.* Illumination of classrooms // Problems of Science and Education. 2017, no. 9 (10). [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osveschennost-uchebnyh-auditoriy>
8. SanPiN 2.4.2.2821-10 "Sanitary and epidemiological requirements for the conditions and organization of training in educational institutions" (as amended on May 22, 2019).
9. *Shelkunova N.O.* Agro-industrial complex of the Irkutsk region in the light of statistical observations of injuries. S.G. Borodin, N.O. Shelkunov. Topical issues of agricultural science. 2019 (30). pp. 19 - 27.
10. *Shemetova E.G.* Study of illumination of workplaces of university students. Bulletin of the KemSU. 2015, no. 2 - 5 (62). [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-osveschennosti-rabochih-mest-studentov-universiteta>.

Сведения об авторах

Степанов Николай Николаевич – студент 4 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел.. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

Шелкунова Наталья Олеговна – старший преподаватель кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального обучения» инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

Information about authors

Stepanov Nikolay N. – the 4th year student of the faculty of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel.. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

Shelkunova Natalia O. – senior lecturer of the department “Machine and tractor park operation, life safety and professional education” of the faculty of engineering, of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel.. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

УДК 629.3

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ОБКАТКИ И ПРОВЕРКИ КОРОБКИ ПЕРЕМЕНЫ ПЕРЕДАЧ НА САМОВЫКЛЮЧЕНИЕ

Харитонов Е.С., Поляков Г.Н.

*Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия*

Инновационные исследования в области агропромышленного комплекса позволяют существенно повысить эффективность всей сельскохозяйственной отрасли страны. Ключевое место в решении этих задач занимает создание современных технических систем, включая тракторы и автомобили [1, 2]. Анализ вариантов различных стендов позволил сделать выбор прототипа. Дано описание стенда. Принцип функционирования стенда состоит в раскручивании коробки передач с помощью передачи крутящего момента от применяемого двигателя к рабочему редуктору, а также от редуктора к испытываемой коробке передач, в том числе подачи тормозного момента. Формируется нагрузка, осуществляется имитация подъема автомобиля на гористую местность. Если имеет место самовыключение выбранной передачи, то в этом случае коробку передач ремонтируют [3, 4, 5]. Для экономии, а также снижения трудозатрат, коробки передач подвергают проверке, как перед предстоящим ремонтом, так и после его осуществления. Обкатку коробки передач выполняют на всех передачах без нагрузки, а затем при постоянной нагрузке при частоте вращения ведущего вала в пределах 1100-1450 мин⁻¹. Приработку, а также испытания осуществляют на маслах пониженной вязкости, с целью лучшего удаления из картера различных механических примесей, при постоянных оборотах ведущего вала. Продолжительность испытания находится в диапазоне 20-25мин, а также под нагрузкой в пределах 12-15мин. Выполненные изыскания позволили решить важную инженерную задачу по созданию стенда для проверки и обкатки коробок перемены передач автомобилей семейства УАЗ, которые нашли широкое применение в сельскохозяйственной отрасли страны.

Ключевые слова: технические системы, разработка стенда, коробка перемены передач, электродвигатель, тормозной барабан, крутящий момент.

DEVELOPMENT OF TEST BENCH FOR SELF-ACTUATION AND CHECK OF CHECKPOINT

Haritonov E.S, Polyakov G.N.

*Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

Innovative research in the field of agro-industrial complex makes it possible to significantly increase the effectiveness of the entire agricultural sector of the country. The key to solving these problems is the creation of modern technical systems, including tractors and cars. Analysis of variants of various stands made it possible to make a choice of a prototype. Description of the stand is given. The principle of operation of the bench is to unwind the gearbox by transmitting torque from the used engine to the working gearbox, as well as from the gearbox to the tested gearbox, including the supply of braking torque. A load is formed, simulated lifting of the car to mountainous terrain. A load is formed, simulated lifting of the car to mountainous terrain. If the selected gear is self-connected, then in this case the gearbox is repaired. To save, as well as reduce labor costs, gearboxes are checked, both before and after the upcoming repair. Gearbox run-in is performed in all gears without load, and then at constant

load at drive shaft speed within 1100-1450 min⁻¹. Run-in, as well as tests are carried out on oils of reduced viscosity, in order to better remove various mechanical impurities from the crankcase, at constant revolutions of the drive shaft. The duration of the test is in the range of 20-25 minutes, as well as under load within the range of 12-15 minutes. The research made it possible to solve an important engineering task to create a stand for checking and running in gearboxes of the UAZ family of cars, which were widely used in the agricultural sector of the country.

Keywords: technical systems, stand development, gearbox, electric motor, brake drum, torque.

Введение. Инновационные исследования в области агропромышленного комплекса позволяют существенно повысить эффективность всей сельскохозяйственной отрасли страны [5, 6, 7]. Ключевое место в решении этих задач занимает создание современных технических систем, включая автомобили и тракторы [8, 9, 10].

Материалы и методы. В работе проанализированы варианты различных стендов, выбор прототипа. Решены инженерные задачи по разработке стенда. Описан принцип функционирования стенда.

Результаты исследования. При разработке стенда для проверки функционирования коробки передач автомобилей семейства УАЗ на всех передачах без нагрузки, а также при постоянной нагрузке, в качестве конкретного прототипа был принят стенд для проверки и испытания коробки передач с применением гидротормоза.

Испытание на предлагаемом стенде осуществляется при частоте вращения первичного вала используемой коробки передач в диапазоне 1100-1450 оборотов в минуту.

Испытание коробки передач осуществляется при крутящем моменте 83,5 Н.м, достигаемом с помощью электродвигателя. Стенд дает возможность производить испытание коробки передач и при большом значении крутящего момента, что реализуется путем замены электродвигателя другим, подходящим по показателям мощности, а также соответствующим увеличением величины тормозного момента действующего гидротормоза, с помощью увеличения подачи воды.

Описание разработанного стенда. Разработанный стенд предназначен для обкатки, испытания и проверки коробки передач автомобиля УАЗ 3960, и его модификаций, на самовыключение. Он состоит из: рамы, электродвигателя, понижающего редуктора и тормозного механизма (рисунок). Электродвигатель установлен в начале стенда, понижающий редуктор установлен после электродвигателя, перед проверяемой коробкой. После коробки передач установлен тормозной механизм. В качестве самого простого и дешевого тормозного механизма выбран тормозной барабан серийного автомобиля.

Принцип функционирования стенда состоит в раскручивании коробки передач, с помощью передачи крутящего момента от применяемого двигателя к рабочему редуктору, а также от редуктора к испытываемой

коробке передач, в том числе подачи тормозного момента. Формируется нагрузка, осуществляется имитация подъема автомобиля на гористую местность. Если имеет место самовыключение выбранной передачи, то в этом случае коробку передач ремонтируют. Для экономии, а также снижения трудозатрат, коробки передач подвергают проверке, как перед предстоящим ремонтом, так и после его осуществления.

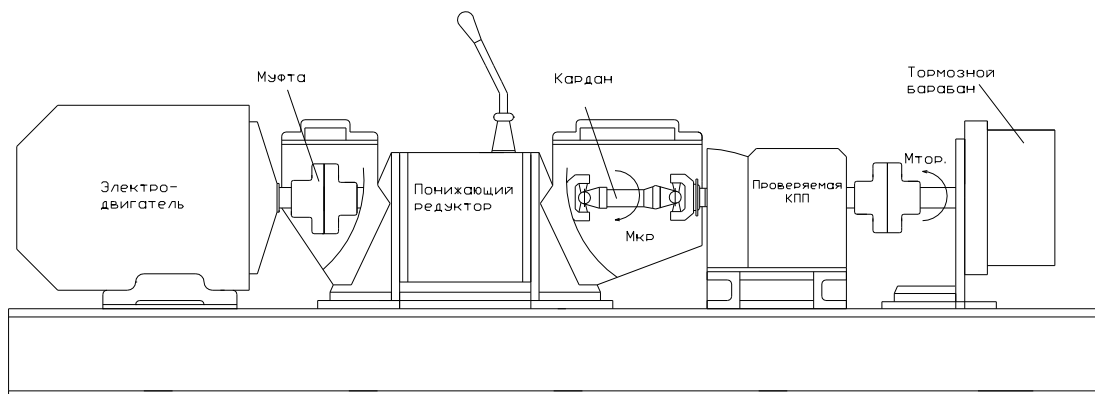


Рисунок - Схема технического устройства для проверки на самовыключение

Обкатку коробки передач выполняют на всех передачах без нагрузки, а затем при постоянной нагрузке при частоте вращения ведущего вала в пределах $1100-1450 \text{ мин}^{-1}$.

Приработку, а также испытания осуществляют на маслах пониженной вязкости, с целью лучшего удаления из картера различных механических примесей, при постоянных оборотах ведущего вала. Продолжительность испытания находится в диапазоне 20-25 мин, а также под нагрузкой в пределах 12-15 мин.

Исходные данные. Передаточные числа испытываемой коробки перемены передач соответствуют:

- I – 3,78;
- II – 2,6;
- III – 1,55;
- IV – 1;
- ЗХ – 4,1.

Момент максимальный $M_{\max}=171,6 \text{ Нм}$;

Частота вращения $n= 2200-2500 \text{ об/мин}$.

Подбор электродвигателя и редуктора. Подбор электродвигателя производится по мощности, а редуктора - по реальному передаточному отношению.

Мощность электродвигателя вычисляем по формуле, Вт:

$$N = \omega \times M_{\text{сч}}, \quad (1)$$

где ω - угловая скорость вращения коробки передач, с^{-1} ; $M_{\text{сч}}$ - момент

сцепления, Н×м. При этом

$$M_{сц} = M_{e_{\max}} = 171,6 \text{ Н}\times\text{м};$$

где $M_{e_{\max}}$ - максимальный момент, развиваемый двигателем, для автомобиля УАЗ 3960 $M_{e_{\max}} = 171,6 \text{ Н}\times\text{м}$ [2200-2500об/мин].

Угловая скорость определяется по формуле:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \times 1000}{30} = 104,67 \text{ с}^{-1}, \quad (2)$$

где n -частота вращения первичного вала коробки передач (можно принять для обкатки $n=1000$ об/мин., для испытаний $n=250$ об/мин).

Тогда мощность электродвигателя равна:

$$N = 171,6 \times 104,67 = 17960,8 \text{ Вт.}$$

Принимаем коэффициент полезного действия понижающего редуктора равным $\eta = 0,85$, общая мощность на привод составит:

$$\frac{17960,8}{0,85} = 21130,35 \text{ Вт.}$$

Выбираем трехфазный асинхронный двигатель 4А200М6УЗ, предусмотренный для продолжительного режима функционирования от сети переменного тока с частотой 50 Гц. Синхронная частота вращения этого двигателя $n_c = 1000 \text{ мин}^{-1}$, мощность $N_{\text{дв}} = 22 \text{ кВт}$.

Расчет тормозного момента барабанного тормоза. Необходимо определить тормозной момент для создания нагрузки на стенде.

Определим тормозной момент барабанных тормозов от автомобиля ГАЗ-2705, Н×м:

$$M_{\text{тор}} = \frac{G_2 \times \varphi \times r_k}{2}, \quad (3)$$

где G_2 - нагрузка на заднюю ось (для автомобиля ГАЗ), $G_2 = 22563 \text{ Н}$; φ - коэффициент сцепления, который равен 0,7; r_k - радиус качения колеса, который равен 0,35 м

Находим тормозной момент:

$$M_{\text{тор}} = \frac{22563 \cdot 0,7 \cdot 0,35}{2} = 2763,97 \text{ Н}\times\text{м.}$$

Определим крутящий момент выходящего вала коробки передач по формуле:

$$M_{\text{кр(кп)}} = M_{\text{дв}} \cdot i_{\text{ред}} \cdot i_1 \cdot \eta, \quad (4)$$

где $i_{ред}$ - передаточное число редуктора; $M_{дв}$ - момент выходящий из электродвигателя.

Момент электродвигателя определяется по формуле, Н·м:

$$M_{дв} = \frac{N_{дв}}{\omega}, \quad (5)$$

где $N_{дв}$ - мощность электродвигателя, которая равна $N_{дв} = 22000 \text{ Вт}$; ω - угловая скорость вращения вала электродвигателя, с^{-1}

Угловая скорость вращения электродвигателя, определяется по формуле:

$$\omega = \frac{\pi n}{30}, \quad (6)$$

где n – частота вращения электродвигателя, $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$.

Тогда:

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1000}{30} = 104,67 \text{ с}^{-1}.$$

А момент на валу электродвигателя составит:

$$M_{дв} = \frac{22000}{104,67} = 210,19 \text{ Н} \times \text{м}.$$

Передаточное отношение выбранного редуктора определяется по формуле:

$$i_p = \frac{M_{емax}}{M_{дв \cdot \eta}}. \quad (7)$$

Оно составит:

$$i_p = \frac{171,6}{210,19 \cdot 0,85} = 0,96 \approx 1$$

Чтобы минимизировать потери энергии стэнда на проверку коробки передач на самовыключение, берем рабочую частоту вращения ведущего вала $n = 250 \text{ об/мин}$.

Передаточное отношение составит:

$$i_p = \frac{1000}{250} = 4.$$

Найдем крутящий момент коробки передач, Н×м:

$$M_{кр} = 210,19 \cdot 1 \cdot 3,78 \cdot 0,85 = 675,34 \text{ Н} \times \text{м};$$

$$M_{кр2} = 210,19 \cdot 4 \cdot 3,78 \cdot 0,85 = 2701,38 \text{ Н} \times \text{м}.$$

Необходимо, чтобы $M_{тор} \geq M_{кр(кп)}$, что и получилось из приведенных расчетов - $2763,97 \text{ Н} \times \text{м} \geq 2701,38 \text{ Н} \times \text{м}$.

Вывод. Барабанные тормоза автомобиля ГАЗ-2705 создают тормозной момент, необходимый для проверки КПП автомобиля.

По крутящему моменту электродвигателя и расчетным передаточным

числам, в качестве понижающего редуктора выбираем коробку передач автомобиля ГАЗ 33104 «Валдай».

Технологический процесс проверки КПП автомобиля УАЗ. Принцип функционирования стенда состоит в приводе коробки передач с помощью сообщения крутящего момента от двигателя к редуктору и далее от редуктора к коробке передач, через установленные муфты.

При передаточном отношении редуктора равном $i_p=4$ осуществляется обкатка коробки передач. Процесс обкатки коробки передач выполняют на всех передачах без нагрузки, а потом при постоянной нагрузке при оборотах вращения ведущего вала, равных 1100мин^{-1} .

При передаточном числе редуктора $i_p=1$ и подаваемым тормозным моментом равным $M_{mp} \geq 2701,38 \text{ Н}\times\text{м}$ стенд функционирует под нагрузкой. В этом случае осуществляется проверка коробки передач на самовыключение.

Заключение. Выполненные изыскания позволили решить важную инженерную задачу по созданию стенда для проверки и обкатки коробок перемены передач автомобилей семейства УАЗ, которые нашли широкое применение в сельскохозяйственной отрасли страны.

Список литературы

1. *Беляев В.И.* Рациональное комплектование посевных машин рабочими органами для условий повышенного увлажнения почв / *В.И. Беляев, Д.А. Яковлев, Г.Н. Поляков* // Материалы 7-й Международной научно-практической конференции. Информационные технологии, системы и приборы в АПК. – Новосибирск – Красноярск. – Агроинфо, 2018. – С. 497 – 500.
2. *Бричагина А.А.* Моделирование технологического процесса высевающего аппарата зерновой сеялки / *А.А. Бричагина* // Вестник Красноярского ГАУ. - 2016. - №11(122). - С. 67-71
3. *Бурак П.И.* Сравнительные испытания сельскохозяйственной техники: науч. Издание.- Москва: ФГБНУ «Росинформагротех». 2014. 416 с.
4. *Василенко П.М.* К оценке технологических показателей работы почвообрабатывающих и посевных машин / *П.М. Василенко* // Вестник с.-х. науки. 1962. №7. С. 137-140.
5. *Голубев В.В.* Эффективность системы машин для возделывания зерновых культур и сои / *В.В. Голубев* // Пути воспроизводства плодородия почв и повышение урожайности сельскохозяйственных культур в Приамурье: Сб. научн. тр. ДальГАУ. - Благовещенск: ДальГАУ. - 2000. - Вып.6. - С. 9-17.
6. *Захарова Е.Б.* Влияние уплотняющего действия движителей тракторов на формирование урожая ячменя при разных способах основной обработки почвы / *Е.Б. Захарова* // Достижения науки и техники АПК. 2012. №5. с. 50-52.
7. *Красовских В.С.* Безразмерная эксплуатационная потенциальная характеристика комбинированного почвообрабатывающего посевного агрегата / *В.С. Красовских* // Вестник Алтайского ГАУ. - №1(123) – 2015. С.. 132-139.
8. *Немыкин А.А.* Минимализация обработки почвы в Амурской области. Международный научно-исследовательский журнал. - 2015. - №10(41). - Ч. 3. - С. 60-62.
9. *Павлов И.М.* Повышение эффективности дисковых сошников / *И.М. Павлов* // Аграрный научный журнал, Саратовский ГАУ им. Вавилова Н. И. - 2016. - №12. - С. 58-

60.

10. Поляков Г.Н. Опыт применения и сравнительные испытания почвообрабатывающе-посевных комплексов в Предбайкалье /Г.Н. Поляков. Сб. статей международной науч.-практ. конференции “Техника будущего: перспективы развития сельскохозяйственной техники”. - Краснодар, 2013. - С. 154-159.

References

1. Belyayev V.I. Rational acquisition of sowing machines with working bodies for conditions of increased soil moisture. Novosibirsk. Krasnobsk. Agroinfo, 2018, pp. 497 – 500.
2. Brichagina A.A. Simulation of the technological process of the sowing apparatus of the grain seeder. Krasnoyarsk GAU, 2016, no. 11(122), pp. 67-71.
3. Burak P.I. Comparative testing of agricultural machinery. Moscow: FGBNU “Rosinformagrotekh”, 2014, 416 p.
4. Vasilenko P.M. Evaluation of technological indicators of the work of tillage and seeding machines. Bul. agricultural sc. 1962, no. 7, pp. 137-140.
5. Golubev V.V. The effectiveness of the system of machines for the cultivation of crops and soybeans. Blagoveshchensk: Dal'GAU, 2000, no 6, pp. 9-17.
6. Zakharova Ye.B. The influence of the compacting action of tractor movers on the formation of barley harvest with different methods of basic tillage. Moscow, Tech. & sc, 2012, no. 5, pp. 50-52.
7. Krasovskikh V.S. The dimensionless operational potential characteristics of the combined tillage sowing unit. Barnaul: Altay GAU, 2015, no. 1(123), pp. 132-139.
8. Nemykin A.A. Minimization of tillage in the Amur region, Dal'GAU, 2015, No 10(41), Part 3, pp. 60-62.
9. Pavlov I.M. Increasing the efficiency of disk coulters. Saratovskiy GAU Vavilova N.I., 2016, no 12. pp. 58-60.
10. Polyakov G.N. Application experience and comparative tests of soil-cultivating-sowing complexes. Krasnodar. 2013, pp. 154-159.

Сведения об авторах

Харитонов Егор Сергеевич - студент 3 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (665462, Россия Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел.89148963269, e-mail: egorka.kharitonov.00@mail.ru)

Поляков Геннадий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК» инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89025669965, e-mail: sxm1953@mail.ru)

Information about authors

Haritonov Egor Sergeevich - 3rd year student of the faculty of Engineering, Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (665462 Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89148963269 e-mail: egorka.kharitonov.00@mail.ru)

Polyakov Gennady Nikolaevich – candidate of technical sciences, associate professor of the department of Technical support of agroindustrial complex, faculty of Engineering, Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89025669965, e-mail: sxm1953@mail.ru)

УДК 621. 113

АНАЛИЗ ВИДОВ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ АВТОМОБИЛЕЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ УЛУЧШЕНИЯ

Харитонов Е.С., Хороших О.Н.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

Устойчивое развитие аграрного сектора страны предполагает инновационное научное сопровождение. Его важнейшей частью является разработка уникальных систем автотракторной техники. Ключевой составляющей частью транспортных машин является трансмиссия, включая коробку передач. Приведен анализ современных видов коробок передач. Дано описание принципа их работы. Выявлены положительные и отрицательные стороны современных технических устройств. На этой основе созданы предпосылки для создания более совершенных механизмов, с лучшими качественными показателями функционирования.

Ключевые слова: аграрный сектор, автотракторная техника, коробка перемены передач, трансмиссия, редуктор, вариатор.

ANALYSIS OF TYPES OF TRANSMISSION BOXES AND POSSIBILITIES OF THEIR IMPROVEMENT

Kharitonov E.S., Khoroshikh O.N.

Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

Sustainable development of the country's agricultural sector involves innovative scientific support. Its most important part is the development of unique systems for automotive technology. The key component of transport vehicles is the transmission, including the gearbox. The analysis of modern types of gearboxes is given. The description of the principle of their work is given. The positive and negative sides of modern technical devices are revealed. On this basis, prerequisites have been created for the creation of more advanced mechanisms with better quality indicators of functioning.

Key words: agricultural sector, auto-tractor equipment, gearbox, transmission, reducer, variable speed drive.

Устойчивое развитие аграрного сектора страны предполагает инновационное научное сопровождение [1, 2, 3]. Важнейшей частью этого процесса является разработка уникальных систем автотракторной техники [5, 6]. Ключевой составляющей частью транспортных машин является трансмиссия, включая коробку передач.

Нами был проведен анализ современных видов коробок передач, выявлены положительные и отрицательные стороны для создания базы их усовершенствования.

Механическая коробка перемены передач, как и вся трансмиссия, предназначена не только для передачи крутящего момента и мощности от двигателя к ведущим колесам автотракторной техники, но и для значительного уменьшения частоты вращения ведущих колес, что в свою очередь увеличивает движущую силу [4, 7]. В механической коробке

ступени переключаются с помощью направленных движений рычага переключения передач, таким образом, происходит постепенный переход крутящего момента на вторичный вал, а затем к приводу колес.

Передача представляет передаточное отношение в паре взаимодействующих шестерен приводного и ведомого валов. Передаточное отношение - отношение числа зубьев взаимодействующих шестерен. Наибольшее передаточное число на нижней ступени соответствует «первой» передаче.

По числу ступеней механические редукторы разделяются на четырехступенчатые, пяти- и шестискоростные коробки передач, по количеству валов - на три (рисунок 1) и два вала (рисунок 2). Трехвальная ручная коробка передач может использоваться в автомобилях с передним и задним приводом, а двухвальная - только для автомобилей с передним приводом. Для многотонных транспортных средств обычно широко используется трехвальный редуктор [8, 9].

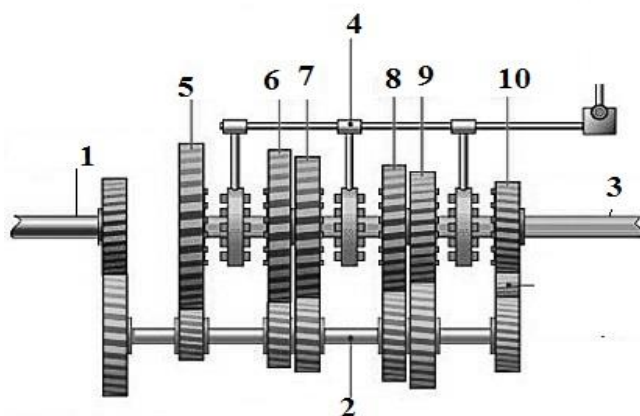


Рисунок 1 – Трёхвальная механическая коробка переключения передач

1 – ведущий вал, 2. – промежуточный вал, 3 – ведомый вал, 5 – первая передача, 6 – вторая передача, 7 – третья передача, 8 – четвёртая передача 9 –пятая передача, 10 – задняя передача.

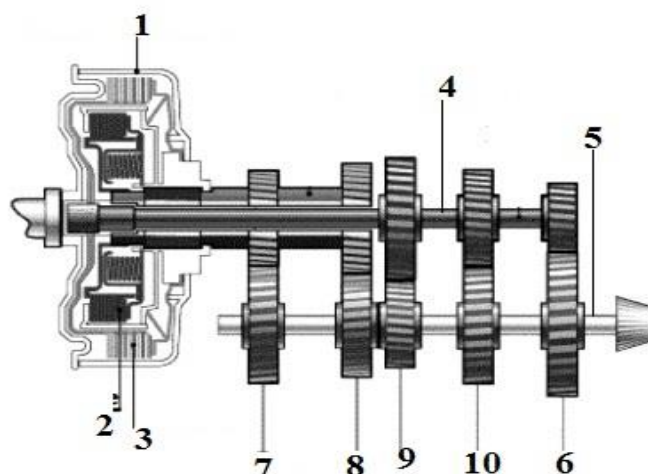


Рисунок 2 – Двухвальная механическая коробка переключения передач

1 – корпус сцепления, 2 – сцепление 1, 3 – сцепление 2, 4 – ведущий вал, 5 – ведомый вал, 6 – первая передача, 7 – вторая передача, 8 – третья передача, 9 – четвертая передача, 10 – пятая передача.

В трехвальных коробках передач установлены три вала: ведущий (приводной), промежуточный, а также ведомый.

Конструкция приводного вала соединена шлицами с диском сцепления и служит для передачи крутящего момента на промежуточный вал. Собственно промежуточный вал установлен параллельно ведущему и соединен с ним с помощью шестерни, жестко смонтированной на приводном валу. Ведомый вал размещен на той же оси, что и ведущий вал, однако вращается независимо от него. На ведомом и промежуточном валах на шлицах имеется блок шестерен, с помощью которых при соединении с блоками передач на промежуточном валу осуществляется передача вращения.

В коробках с двумя валами принцип работы идентичен работе трехвального редуктора, разница заключается в параллельном расположении валов, а передача создается одной парой шестерен. У двухвальной механической коробки передач нет прямой передачи. Шестерня главной передачи жестко закреплена на ведомом валу.

Роботизированная коробка передач (рисунок 3) – это механическая коробка передач, в которой функциями выключения сцепления и переключения передач управляет электронный блок. Роботизированные коробки могут быть с гальваническим (электрическим) или гидравлическим приводом. В электрическом приводе рабочими органами являются сервоприводы. Гидравлический привод работает с помощью гидроцилиндров, которые управляются электромагнитными клапанами.

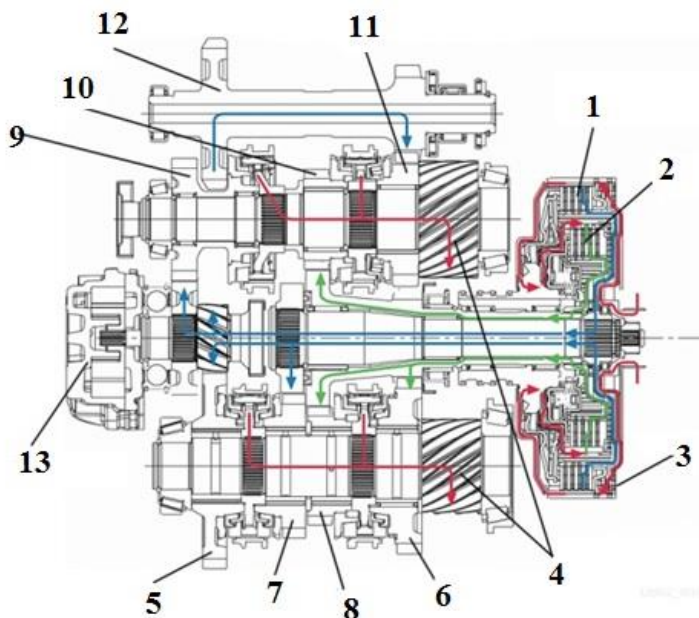


Рисунок 3 – Роботизированная коробка передач

1 – сцепление, 1,3,5 – передачи заднего хода, 2 – сцепление, 2, 4, 6 – передачи, 3 – корпус сцеплений, 4 – корпус шестерни главной передачи, 5 – первая передача, 6 – вторая передача, 7 – третья передача, 8 – четвертая передача, 9 – пятая передача, 10 – шестая передача, 11 – шестерня заднего хода, 12 – блок шестерён заднего хода, 13 – масляный насос.

Управление роботизированной коробкой передач осуществляется с помощью электронной системы, подключая электронный блок управления, детекторы и исполнительные механизмы. Датчики контролируют основные параметры коробки передач и передают их на блок управления. На основании сигналов электронный блок управления создаёт управляющие воздействия на исполнительные механизмы в соответствии с заложенной программой. В роботизированных коробках с гидравлическим приводом дополнительно подключен гидравлический блок управления, который обеспечивает непосредственное управление гидроцилиндрами и давлением в системе.

Автоматическая коробка передач (АКПП) наравне с механической, является распространенным устройством изменения крутящего момента, применяемым в трансмиссии автомобиля. Автоматической называют гидромеханическую коробку передач. Она включает в себя следующие блоки: 1 – преобразователь крутящего момента; 2 – планетарный ряд; 3 – системы контроля и мониторинга; 4 – блок главной передачи и дифференциала.

Гидротрансформатор – это приспособление, предназначенное для передачи и конфигурации крутящего момента от двигателя к трансмиссии, а также для уменьшения вибраций. Он состоит из насоса, турбины и реактивного колеса, блокирующей муфты и муфты свободного хода, размещенных в отдельном корпусе. Колесо насоса объединено с коленчатым валом двигателя. Колесо турбины объединено с механической частью коробки передач. Между насосом и колесами турбины располагается стационарное реактивное колесо. Все колеса гидротрансформатора оснащены лопастями определенной формы, между которыми предусмотрены каналы для прохождения рабочей жидкости.

Существуют системы управления самодействующей коробкой передач двух типов: гидравлические и электронные. Первые используются на моделях ранних выпусков, современные автоматические коробки передач имеют электронное управление.

Основным устройством в любой системе управления является масляный насос. Масляный насос создает неизменное давление в гидравлической системе, независимо от скорости коленчатого вала. В случае отклонения давления от номинального режима работа коробки передач прерывается вследствие того, что шестерни приводятся в действие давлением.

Моменты переключения передач определяются скоростью автомобиля и нагрузкой на двигатель. Для исполнения данной функции в гидравлической системе управления имеются два датчика: стабилизатор скорости и дроссель. Скоростной стабилизатор давления устанавливается на выходном валу АКПП. Величина открытия клапана зависит от скорости движения. Предназначенный для определения нагрузки на двигатель дроссель объединен с дроссельной заслонкой в бензиновых двигателях, либо

с топливным насосом высокого давления в дизелях. Переключение передач также зависит от клапана выбора диапазона, который подключен к рычагу селектора, и, в зависимости от его положения, запрещает активацию некоторых передач. Результирующее давление, созданное дросселем и регулятором скорости, создаёт воздействие на соответствующий переключающий клапан. Каждый переключающий клапан соответствует определенному уровню давления. Клапанный блок представляет собой систему каналов с клапанами и расположенными в них плунжерами. Клапаны переключения прикладывают к приводам гидравлическое давление: муфты сцепления и тормозные ленты, через которые блокируются различные элементы планетарной серии, а механизмы включаются либо выключаются.

Электронная система управления, а также гидравлическая система управления используют два основных параметра для работы: скорость движения и нагрузка на двигатель. Но для определения этих параметров применяются не механические, а электронные детекторы. Главными из них являются датчики частоты вращения на входе коробки передач, частоты вращения на выходе из редуктора, температура рабочей жидкости, положение рычага селектора, положение педали акселератора. Кроме того, блок управления автоматической коробкой передач получает дополнительную информацию от блока управления двигателем и других электронных систем транспортного средства. Это позволяет более точно определить моменты. Программа переключения передач по характеру изменения скорости при предоставленной нагрузке на двигатель рассчитывает силу сопротивления движению автомобиля и вносит надлежащие поправки в алгоритм переключения.

Автоматические коробки передач с электронным управлением, а также гидромеханические коробки используют гидравлику для активации муфт и тормозных лент. Однако каждый гидравлический контур управляется отдельным соленоидным клапаном.

Вариаторная коробка передач (рисунок 4) - бесступенчатый редуктор, обеспечивающий плавное изменение передаточного отношения. В настоящее время используются вариаторы с клиновым ремнём и тороидального типа, среди которых *клиноремённые* наиболее распространены.

Вариаторная коробка передач состоит из: механизма отключения передачи от двигателя, переменной передачи, механизма задней передачи (реверса), системы управления.

Вследствие конструктивных особенностей коробка передач вариатора не обеспечивает обратное движение. Для реализации данной функции в коробке передач используется планетарный редуктор, устройство и принцип действия которого подобны автоматической коробке передач.

В редукторе вариатора, как правило, используется электронная система управления, которая синхронно изменяет диаметр шкивов вариатора

в соответствии с режимами работы двигателя, контроль сцепления и обеспечивает работу планетарного редуктора. Вариатор управляется рычагом селектора. Режимы управления аналогичны режимам автоматической передачи.

Слабым звеном в коробках данного типа является ремень. Принцип действия вариатора с клиновым ремнем основан на согласованном изменении диаметров шкивов в зависимости от условий работы двигателя. Диаметр шкива изменяется с помощью гидравлического цилиндра. В начале движения автомобиля конусы ведущего шкива вариатора максимально расширены, поэтому он имеет наименьший диаметр. Ведомый диск имеет максимальный диаметр. При увеличении частоты вращения коленвала двигателя диаметр ведущего шкива увеличивается, а ведомого уменьшается соответственно, и передаточное число уменьшается. При дальнейшем ускорении вариатор поддерживает наиболее оптимальную частоту вращения коленчатого вала, при которой реализуется максимальная мощность.

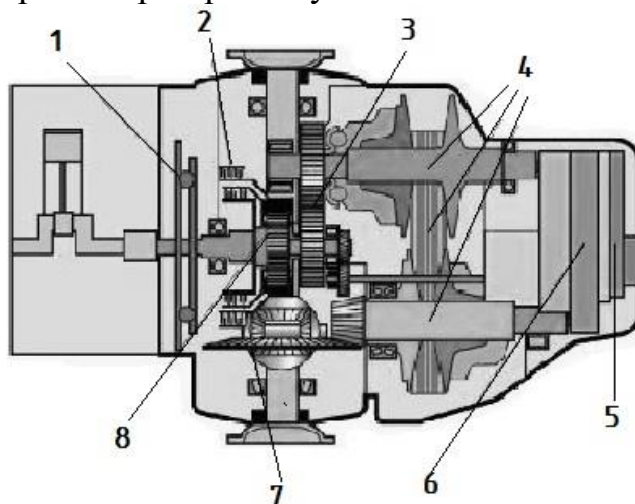


Рисунок 4 – Вариаторная коробка передач

1 – маховик с демпфером крутильных колебаний, 2 – фрикцион заднего хода, 3 – промежуточная передача, 4 – вариатор, 5 – электронный блок управления, 6 – гидравлический блок управления. 7 – фрикцион переднего хода, 8 – планетарный механизм.

Проведенный обзор конструкций и принципа функционирования коробок передач позволяет глубже понять особенности их устройства. Это создает основу для их усовершенствования.

Список литературы

1. Алтухов С.В. Анализ теплового состояния распылителей форсунок / С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов // Аграрная наука. 2018.- № 5. – С.56-57.
2. Алтухова Т.А. Обзор и анализ исследований охладителей зерна как основа для создания более совершенных машин / Т.А. Алтухова, С.Н. Шуханов // Аграрная наука. 2018.- № 3. – С. 68-69.
3. Асалханов П.Г. Модели оптимизации производства сельскохозяйственной продукции с экспертными оценками своевременности посева / П.Г. Асалханов,

Я.М. Иваньо, М.Н. Полковская // Моделирование систем и процессов. 2019. Т. 12. № 3. С. 5– 10.

4. Егоров И.Б. Применение датчика Холла в современных системах зажигания / И.Б. Егоров, С.Н. Шуханов // В книге: Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона. Сборник научных тезисов студентов. П. Молодежный. 2020. – С.79-80.

5. Родичев В.А. Тракторы и автомобили / В.А. Родичев, Г.И. Родичева // М. Агропромиздат. 1986. – 251 с.

6. Степанов Н.В. Новая защитная смазка для хранения сельскохозяйственной техники / Н.В. Степанов, С.Н. Шуханов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее образование. 2019. - №1 (53).- С.352-358.

7. Шуханов С.Н. Моделирование рабочих процессов машинно-тракторных агрегатов агропромышленного комплекса / С.Н. Шуханов, А.В. Кузьмин, П.А. Болоев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019.- № 1(75).- С. 74-75.

8. Шуханов С.Н. Совершенствование работы двигателей тракторов сельскохозяйственного назначения путем автоматического регулирования / С.Н. Шуханов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. - № 7 (177). – С. 168-172.

9. Шуханов С.Н. Надежность работы машинно-тракторного агрегата / С.Н. Шуханов, А.В. Кузьмин, П.А. Болоев // Инженерные технологии и системы. 2020.- т.30. - № 1.- С. 8-20.

References

1. Altukhova T.A., Shukhanov S.N. Review and analysis of studies of grain coolers as the basis for creating more advanced machines. Agrarian science, 2018, no 3, pp. 68-69.

2. Altukhov S.V., Shukhanov S.N. Analysis of the thermal state of nozzle sprayers. Agrarian science, 2018, no. 5, pp. 56-57.

3. Asalkhanov P.G., Ivano Ya.M., Polkovskaya M.N. Models of optimization of agricultural production with expert assessments of the timeliness of sowing. Modeling of systems and processes, 2019, vol. 12, no. 3, pp. 5-10.

4. Egorov I.B. Application of the Hall sensor in modern ignition systems. In the book: The importance of scientific student circles in the innovative development of the agro-industrial complex of the region. Collection of scientific theses of students. Molodezhny, 2020, pp. 79-80.

5. Rodichev V.A. Rodicheva G.I. Tractors and cars, Moscow Agropromizdat, 1986, 251 p.

6. Stepanov N.V., Shukhanov S.N. New protective lubricant for the storage of agricultural machinery. Izvestia of the Nizhnevolzhsky agricultural university complex: Science and higher education, 2019, no 1 (53), pp. 352-358.

7. Shukhanov S.N., Kuzmin A.V., Boloev P.A. Modeling of working processes of machine and tractor units of the agro-industrial complex. Izvestia of the Orenburg State Agrarian University, 2019, no. 1(75), pp. 74-75.

8. Shukhanov S.N. Improving the operation of agricultural tractor engines by automatic regulation. Bulletin of Altai State Agrarian University, 2019, no 7 (177), pp. 168-172.

9. Shukhanov S.N. Reliability of the machine-tractor unit/S.N. Shukhanov, A.V. Kuzmin, P.A. Boloev//Engineering technologies and systems, 2020, t.30, no. 1, pp. 8-20.

Сведения об авторах

Харитонов Егор Сергеевич - студент 3 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (665462, Россия Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел.89148963269, e-mail: egorka.kharitonov.00@mail.ru)

Хороших Ольга Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК» инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел.. 89148857684, e-mail: larina197708@rambler.ru).

Information about the authors

Haritonov Egor Sergeevich - 3rd year student of the faculty of Engineering, Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (665462 Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89148963269 e-mail: egorka.kharitonov.00@mail.ru)

Khoroshikh Olga Nikolaevna - candidate of technical sciences, associate professor of the department of Technical support of agroindustrial complex, faculty of Engineering, Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89148857684, e-mail: larina197708@rambler.ru).

УДК 631.331

АНАЛИЗ РАБОТЫ ЗУБА ЗУБОВОЙ БОРОНЫ

Циклер М.В., Поляков Г.Н., Косарева А.В.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

Многолетними полевыми исследованиями в Иркутской области установлено, что система обработки почвы в севооборотах должна строиться на основе чередования отвальных и безотвальных, глубоких и мелких приемов в сочетании с прямым посевом [1]. При этом необходимо использовать гербициды с учетом культур севооборотов, типов почв, их плотности и гранулометрического состава, степени засоренности, степени увлажненности или иссушения обработанного слоя и складывающихся погодных условий. Основные задачи предпосевной обработки зяби сводятся к уничтожению ранних яровых сорняков и созданию оптимальной выровненности и сложенности верхнего посевного слоя. В условиях региона снег не является источником влаги, а служит лишь своеобразным экраном (одеялом), который до момента его схода препятствует вымораживанию и выветриванию влаги из почвы. Основным приемом по предупреждению испарения и вымораживания влаги весной является ранневесеннее боронование [2].

При возделывании сельскохозяйственных культур широко применяют зубовые бороны. Следует отметить, что для проведения предпосевной обработки в агротехнические сроки, с обеспечением требований к проведению боронования (равномерность, глубина рыхления) необходимо чтобы агрегаты работали безотказно. Одна из основных причин отказа и некачественного выполнения работ связана с изломом зубьев зубовых борон.

Ключевые слова: зуб бороны, сила, напряжения, деформации, глубина обработки, угол наклона зуба.

THEIR THINKING OF THE WORK OF THE TOOTH THE TOOTH HARROWS

Cykler M.V., Polyakov, G.N., Kosareva A.V.

Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

Long-term field studies in the Irkutsk region have established that the soil cultivation system in crop rotations should be based on the alternation of moldboard and non-moldboard, deep and shallow methods in combination with direct sowing. In this case, it is necessary to use herbicides taking into account crop rotations, soil types, their density and particle size distribution, the degree of weediness, the degree of moisture or desiccation of the treated layer and the prevailing weather conditions [1]. The main tasks of pre-sowing treatment of finches are reduced to the destruction of early spring weeds and the creation of optimal alignment and addition of the upper seed layer. In the conditions of our region, snow is not a source of moisture, but only serves as a kind of screen (blanket), which prevents freezing and weathering of moisture from the soil until it disappears. The main method for preventing evaporation and freezing of moisture in the spring is early spring harrowing [2].

When cultivating agricultural crops, tooth harrows are widely used. It should be noted that in order to carry out pre-sowing processing in the agrotechnical terms, with the requirements for harrowing (uniformity, loosening depth), it is necessary that the units work flawlessly. One of the main reasons for failure and poor performance of work is related to the fracture of the teeth of tooth harrows.

Key words: tooth harrows, strength, stress, strain, the depth of cut, angle of inclination of the tooth.

Цель исследования: совершенствование процесса боронования путем уменьшения отказов работы зубовой бороны по причине поломки зубьев.

Предмет и методика: предметом исследования является напряжения, возникающие в зубе бороны при различных углах наклона зуба, относительно направления движения. В работе выполнен аналитический расчет сил и напряжений, действующих на зуб бороны и проверка правильности теоретических предположений с применением пакета прикладных программ АРМ Win. Machine.

Результаты исследования. Для качественной подготовки почвы боронование следует проводить с соблюдением всех правил эксплуатации и технических уходов. Глубина рыхления зависит от формы зубьев бороны, их остроты и наклона. Сроки проведения предпосевной обработки ограничены и зависят от соков сева, в связи с этим необходимо, чтобы все агрегаты, в том числе и бороны работали эффективно и безотказно [3, 4, 5].

Одной из основных причин выхода из строя зубových борон является излом зуба в месте перехода хвостовика к зубу. Поэтому очень важно правильно установить зубья на раме бороны и отрегулировать угол наклона зуба. Расстановка зубьев зависит от типа бороны и изменяется от 22 до 49 мм. Для исключения забивания комками и растительными остатками соседние зубья в одно ряду располагают на расстоянии не менее 15 см друг от друга [6]. По отношению к дну бороздки зубья бороны устанавливаются под углом 90° . Для изменения глубины погружения зуба в почву этот угол может незначительно отклоняться в ту или иную сторону.

Проанализируем работу зуба при различных углах его наклона, рисунок 1.

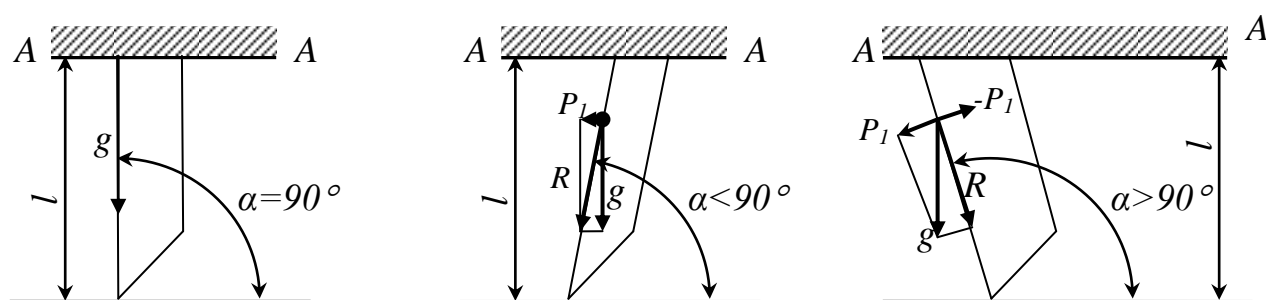


Рисунок 1 – Усилия, действующие на зуб бороны при различных углах наклона относительно движения зуба

При установке зуба под углом $\alpha=90^\circ$ заглубление происходит под действием веса бороны, приходящейся на один зуб:

$$g = \frac{G}{n},$$

где G – вес бороны; n – количество зубьев.

При установке зуба под углом $\alpha < 90^\circ$ зуб заглубляется под действием суммарных сил: вертикальной g и горизонтальной P_1 . В таком случае сила, действующая на зуб определится, как геометрическая сумма

$$R = \overline{P_1} + \overline{g}.$$

В этом случае увеличиваются заглубляющие способности бороны.

При установке зуба под углом $\alpha > 90^\circ$ сила, равна

$$R = \overline{g} - \overline{P_1}$$

Тогда, заглубляющие способности бороны уменьшаются, и она стремится к выглублению.

Почва и корни растений при установке зуба с углом $\alpha < 90^\circ$ перемещаются к поверхности, а при $\alpha > 90^\circ$ погружаются вниз.

Как уже было сказано ранее, опасным сечением зуба является место заделки его в рамку. Исходя из этого максимальный изгибающий момент в сечении А-А, рисунок 1, возникает в том случае, когда конец зуба при движении попадает на скрытое препятствие. Величина изгибающего момента зависит от высоты зуба и глубины рыхления:

$$M_{из} = P(l - \frac{a}{3})$$

где l – высота зуба; a - глубина рыхления; σ - допускаемое напряжение.

Проверим теоретические предпосылки с помощью прикладной программы АРМ Win.Machine, модуль Structure 3D.

При расчете зуба на прочность будем принимать следующие значения тягового сопротивления и веса, приходящихся на один зуб (таблица 1).

Таблица 1 – Тяговое сопротивление и вес, приходящиеся на один зуб

Борона	Легкая	Средняя	Тяжелая
G/n, Н	5-20	10-20	20-40
P, Н	15-20	20-30	40-50

Расчетная схема будет выглядеть следующим образом (рисунок 2). Проведем расчет для зуба квадратного поперечного сечения, изготовленного из стали 45 для средней бороны. Направление сил тягового сопротивления, приложенных к зубу, направлены по диагонали поперечного сечения. Расчет выполнен на примере зуба с длиной равной 150 мм. При рыхлении почвы на глубину 6-8 см.

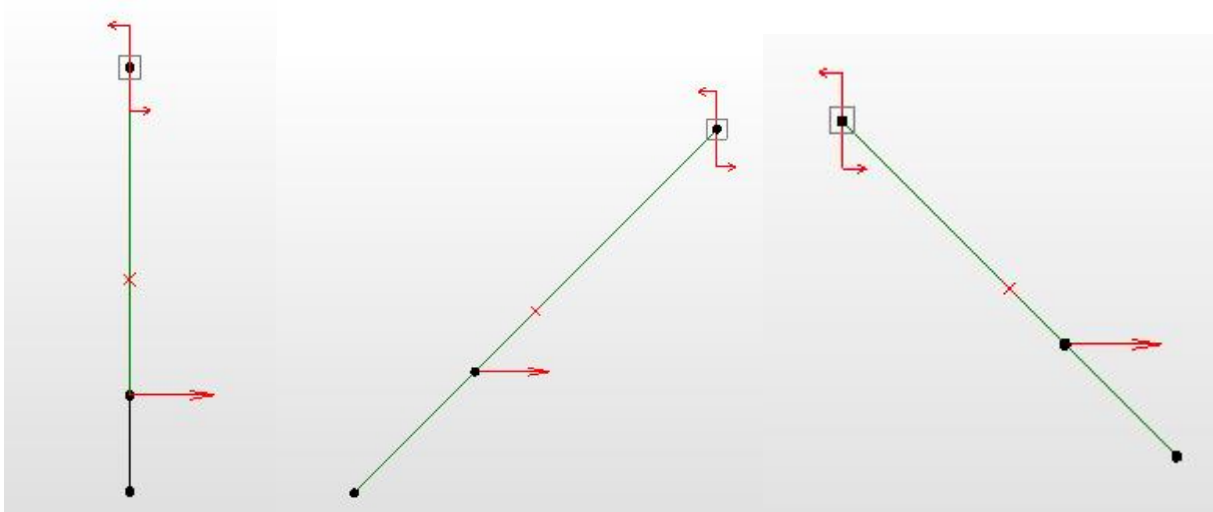


Рисунок 2 – Расчетные схемы, при разных углах наклона, относительно движения зуба
Результаты расчетов, представлены на рисунке 3.

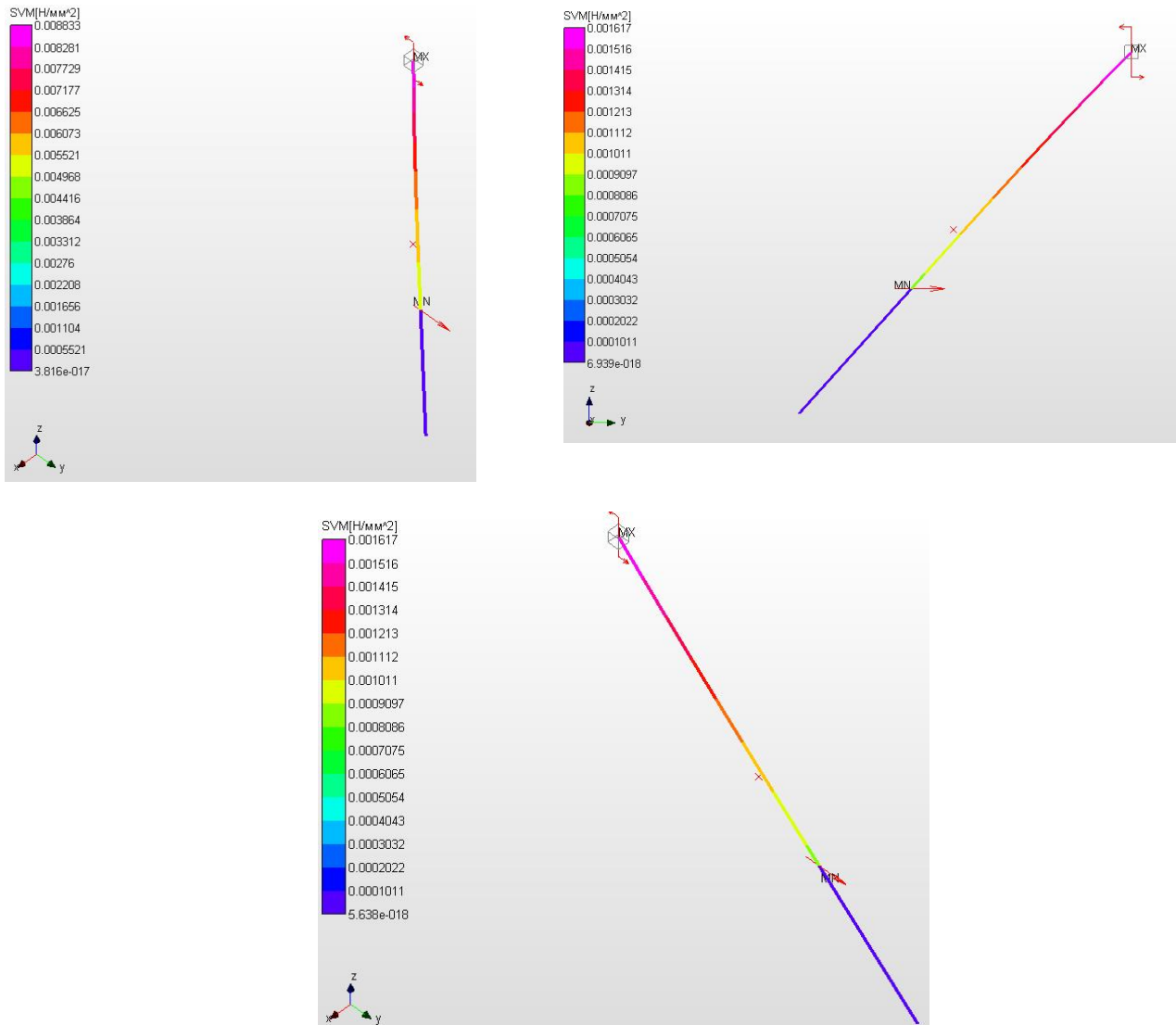


Рисунок 3 – Значение напряжений, возникающие в поперечном сечении зуба зубовой борны

Полученные результаты расчетов показывают, что значения напряжений не превышают допускаемых значений. Максимальное напряжение возникает в месте крепления зуба к раме, что подтверждает теоретические предпосылки.

Выводы. 1. Наиболее ослабленным местом является место крепления зуба к раме бороны, что подтверждено расчетами в программе АРМ Win.Machine. 2. Отказ по причине излома зуба бороны происходит при наезде зуба на препятствие, либо вследствие усталостного разрушения. 3. Для увеличения срока эксплуатации зуба можно рекомендовать поверхностную обработку зуба, например, токами высокой частоты, либо снижение концентраторов напряжений в месте крепления зуба к бороне (выполнить зуб без канавок, без резких изменений величины поперечного сечения).

Список литературы

1. *Акимов А.П.* Справочная книга тракториста-машиниста. - Москва: Колос. 1993.- 350 с.
2. *Байтин В.М.* Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства. Учебник. Москва: Колос. - 2000. - 536 с.
3. *Безверхний Л.И.* Тракторы "Кировец". - Барнаул: - 1986. - 331с.
4. *Белоконь Я.Е.* Тракторы Т-25А, Т-40М, Т-40АМ, Т-40АНМ. Устройство, работа, техническое обслуживание. - Учебное пособие. - Москва: - Просвещение, - 2004. - 102 с.
5. *Воронов Ю.И.* Сельскохозяйственные машины. - Москва: - Агропромиздат, 2001. - 256с.
6. *Поляков Г.Н.* Состав и изменение структуры сельскохозяйственных машин для почвообработки в Иркутской области/ *Г.Н. Поляков, В.И. Солодун, С.Н. Шуханов* //Известия международной академии аграрного образования. - Вып. №47 (2019). - Санкт-Петербург.2019. - с.28-32

References

1. *Akimov A.P.* Reference book of the tractor driver, Moscow: Kolos, 1993, 350 p.
2. *Baytin V.M.* Mechanization and electrification of agricultural production. Textbook. Moscow: Kolos, 2000, 536 p.
3. *Bezverkhny L.I.* Kirovets tractors. Barnaul: 1986, 331p.
4. *Belokon Ya.E.* Tractors T-25A, T-40M, T-40AM, T-40ANM. Device, work, maintenance. Tutorial. Moscow: Education, 2004, 102 p.
5. *Voronov Yu.I.* Agrecultural machines. Agrecultural equipment. Moscow: Agropromizdat, 2001, 256 p.
6. *Polyakov G.N., Solodun V.I., Shukhanov S.N.* Composition and change in the structure of agricultural machines for soil cultivation in the Irkutsk region. Bulletin of the International Academy of Agrarian Education, no. 47, St. Petersburg, 2019, pp.28-32.

Сведения об авторах

Циклер Максим Викторович – студент 3 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (665462, Россия Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89025669965, e-mail: sxm1953@mail.ru).

Поляков Геннадий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК» инженерного факультета, Иркутский государственный

аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89025669965, e-mail: sxm1953@mail.ru).

Косарева Анна Викторовна - кандидат технических наук, доцент кафедры «Технический сервис и общеинженерные дисциплины». Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89149444228, e-mail: ankosar@mail.ru).

Information about the authors

Cyler Maxim Viktorovich – 2nd year student of the faculty of Engineering, Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (665462 Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89025669965, e-mail: sxm1953@mail.ru).

Polyakov Gennady Nikolaevich – candidate of technical sciences, associate professor of the department of Technical support of agroindustrial complex, faculty of Engineering, Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89025669965, e-mail: sxm1953@mail.ru).

Kosareva Anna Victorovna – candidate of technical sciences, associate professor of the department of "Technical service and general engineering disciplines". Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89149444228, e-mail: ankosar@mail.ru).

УДК: 62-14/-15

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ РАЗРАБОТОК В ОБЛАСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Цэдашиев Ц.В., Шарыпов А.В., Цэдашиев Ц.В.

*Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия*

Конструкция машинно-тракторных агрегатов, автомобилей и другой техники постоянно усложняется, что требует применения современных средств диагностирования и квалифицированного персонала [1]. Практика эксплуатации техники показывает, что в последнее время в структуре машинно-тракторного парка (МТП) предприятий агропромышленного комплекса (АПК) значительно возросло количество сложной техники, в т. ч. иностранной, зачастую приобретённой на вторичном рынке. Несоответствие современной выпускаемой отечественной и зарубежной техники существующему уровню эксплуатации в российских условиях приводит к непредвиденным отказам, неоправданным заменам агрегатов, простоям техники и т. д. Помочь в решении данной проблемы может применение и широкое внедрение методов и средств технического диагностирования. В результате их использования снижаются простои техники, повышается коэффициент технической готовности, повышается уровень и качество выполнения ремонтно - обслуживающих воздействий.

Снижению затрат на техническое обслуживание (ТО), ремонт и повышению уровня работоспособности ДВС в значительной мере способствует комплексный подход к разработке эффективных методов, средств и технологий диагностирования и автоматизированных управляющих систем на базе микропроцессорной техники с минимальными требованиями к контролепригодности ДВС.

Ключевые слова: техника, машинно - тракторный парк, диагностирование, эксплуатация, техническое обслуживание.

ANALYSIS OF MODERN DEVELOPMENTS IN THE FIELD OF TECHNICAL DIAGNOSTICS

Tsedashiev Ts.V., Sharypov A.V., Tsedashiev Ts.V.

*Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

The article analyzes the use of road transport in an agricultural enterprise of the Irkutsk region. The dynamics of changes in annual cargo turnover, technical readiness coefficient, use of carrying capacity, use of mileage are analyzed [1]. It was found that some technical and operational indicators affecting the productivity of rolling stock are at a fairly high level. However, there is an unevenness in cargo turnover and a low utilization rate of mileage. On the basis of the studies carried out, for each of the analyzed indicators, ways of increasing the efficiency of transport use are proposed.

An integrated approach to the development of effective methods, tools and technologies for diagnostics and automated control systems based on microprocessor technology with minimal requirements for the ICE controllability contributes significantly to reducing the cost of maintenance, repair and increasing the level of ICE operability.

Key words: road transport, rolling stock, technical and operational indicators, freight turnover, route of movement, coefficient, mileage.

Цель работы – повышение эффективности эксплуатации тракторов и автомобилей на основе оценки необходимых параметров силы тока и напряжения при пуске и принудительном прокручивании для диагностирования систем пуска, электроснабжения и компрессионных свойств дизельных двигателей.

Методика исследования. В структуре агропромышленного комплекса в настоящее время наибольшее распространение получили машины, оборудованные дизельными двигателями. Эксплуатационные показатели таких двигателей внутреннего сгорания (ДВС), а также ресурс и работоспособность напрямую зависят от компрессионных свойств каждого из цилиндров. Наиболее известный метод оценки герметичности надпоршневого пространства – прямое измерение компрессии с помощью простейших приборов – компрессометров очень трудоёмок, а главное, часто допускает неквалифицированное вмешательство и частичную разборку двигателя, иногда совершенно ненужную.

Основными признаками любого метода диагностирования являются природа физического (химического) процесса (явления), характер диагностического параметра или признака и технические средства реализации.

Классификации методов диагностирования ЦПГ двигателя внутреннего сгорания (таблица) систематизированы на кафедре ЭМТП, БЖД и ПО [2, 6].

Из таблицы следует, что методы диагностирования, основанные на анализе процессов истечения и сжатия (расширения), определяют одно из важнейших свойств технического состояния ЦПГ – герметичность надпоршневого пространства [3].

Весьма эффективным диагностическим показателем сопряжения поршень - гильза является максимальная амплитуда виброимпульса, выделенного по фазе на определённой частоте при заданном давлении в камере сгорания.

Наиболее оправданным в системе диагностики является применение безразборных методов при оценке технического состояния машин. Для оценки технического состояния дизельного двигателя по параметрам герметичности существуют косвенные методы оценки компрессионных свойств, являющихся безразборными.

Из них широкое распространение получили методы оценки равномерности распределения компрессии по неравномерности вращения коленчатого вала дизеля в режиме прокручивания без подачи топлива и на основе регистрации и анализа пульсации стартерного тока или напряжения. Они заложены на программном уровне в современные диагностические средства. Однако оценка компрессионных свойств этими методами в абсолютном выражении отсутствует.

Таблица 1 – Классификация методов диагностирования ЦПП

№ п/п	Природа физического процесса, используемого для диагностирования	Диагностический параметр	Примеры известных технических средств диагностирования
1	Истечение газа через зазоры и неплотности в сопряжениях деталей ЦПП		
а)	В динамике (при работающем двигателе)	Скорость утечки газов, прорывающихся в картер	Бытовой газовый счетчик, индикатор расхода газов, колокольный расходомер, расходомер ППП - 1, ротамер
		давление газов в картере	манометр водяной, тензометр, тензодатчик в приборе СИФД - 1
		давление газов в специальном канале	манометр
б)	В статике (при не работающем двигателе)	давление воздуха в надпоршневом пространстве	пневматический калибратор
		время истечения воздуха в заданном интервале давлений	пневматическое устройство
		время наполнения воздухом в заданном интервале давлений	пневматическое устройство
2	Процесс сгорания	максимальное давление	электропневматический индикатор
		задресселированное давление	датчик загрузки двигателя
3	Процесс сжатия (при выключенной подаче топлива и прокручивании коленчатого вала от пускового устройства или постороннего источника)	давление сжатия	компрессометр, электропневматический компрессометр
		электрическое напряжение стартера	электронное устройство
		максимальная скорость изменения давления	пиковый вольтметр
		температура сжатия	термометр сопротивления, инерционная термопара
4	Сгорание масла в камере сжатия	расход масла на угар	весы
5	Вибрация	амплитуда, ускорение, мощность вибрации и другие характеристики колебаний	электронные устройства, состоящие из датчиков, усилителей, преобразователей и указателей диагностического сигнала
6	Процесс электромагнитного излучения возбужденных атомов продуктов износа при сгорании их в пробе масла, применяемого для смазки трущихся поверхностей. Разложение этого излучения в спектр	яркость (интенсивность) спектральной линии, сила фототока	спектрограф ИСП - 22, ИСП - 28, спектрометр МФС - 2
7	Радиоактивность	скорость счета импульсов α , γ излучения	средства для замера поверхностной активации
8	Явления, лежащие в основе метода волоконной оптики		

В связи с этим разработка и совершенствование оперативных безразборных методов и средств определения компрессионных свойств дизеля, базирующихся на современных достижениях науки и техники, является актуальной задачей.

Результаты исследования и обсуждение. В соответствии с ГОСТ 25176-82 средства диагностирования по исполнению подразделяются на встроенные (бортовые) и внешние. Встроенные средства являются составной частью электронных систем управления современных тракторов [5], автомобилей или комбайнов (например, электронная система управления двигателем (ЭСУД)). Встроенная система диагностирования содержит необходимый перечень датчиков, преобразующих физические величины в электрические с разным уровнем интеграции. Информация с этих датчиков поступает через шины обмена данными к электронному блоку управления (ЭБУ). На основании полученных данных о желаемом и текущем режиме работы трактора, комбайна или автомобиля ЭБУ формирует определённые импульсы на исполнительные устройства. Важно, что электронные системы управления выполняют также функции бортовой системы диагностирования.

Работа бортовой системы диагностирования основана на непрерывной проверке исправности основных электрических цепей, анализе откликов основных устройств на тестовые сигналы, измерениях сигналов в определённых точках системы и сравнении их с эталонными [4].

Бортовая система диагностирования осуществляет:

- идентификацию системы и блоков управления;
- контроль входных и выходных сигналов;
- контроль передачи данных и внутренних функций блока управления;
- считывание, распознавание и хранение информации о статистических и спорадических ошибках;
- считывание текущих реальных данных;
- программирование параметров и моделирование функций системы;
- согласование работы между ЭБУ разных систем.

Современные тенденции развития бортовой системы диагностирования характеризуются увеличением числа сигнальных указателей за счёт введения новых датчиков и алгоритмов диагностирования и развитием диагностического контроля через систему предупредительной сигнализации. В случае фиксации неисправности ЭБУ сохраняет информацию о ней в виде диагностического кода неисправности (ДКН). Опрос бортовой системы на предмет наличия кодов неисправностей возможен вызовом соответствующего меню панели управления трактором, либо переключением определённых контактов диагностического разъёма или специальных разъёмов.

Внешние технические средства диагностирования могут включать в себя в различных комбинациях следующие основные элементы:

- датчики, воспринимающие диагностические параметры и преобразующие их в сигнал, удобный для обработки или непосредственного использования;
- устройства, позволяющие считывать данные с блоков управления машиной, двигателем, рабочими органами и агрегатами;
- измерительные устройства и модули;
- устройства, задающие контрольные тесты или тестовый режим;
- кабели - адаптеры и переходники;
- компьютеры с соответствующим программным обеспечением;
- устройства отображения результатов (стрелочные и цифровые индикаторы, дисплей, монитор или экран осциллографа, принтер).

Промышленностью выпускаются переносные простейшие комплекты различного назначения: КИ - 28120М, ТАП - 01 и другие. Они позволяют провести простейшую проверку агрегатов, узлов, механизмов при невысоком требовании к квалификации. Однако для диагностирования современных высокопроизводительных мобильных машин они малопригодны.

Сканер является современным многофункциональным диагностическим прибором, который используется для выявления и устранения неисправностей электронной системы управления, исполнительных механизмов и датчиков путём доступа к внутрисистемной информации ЭБУ. Другие диагностические средства имеют доступ только к внешним входным и выходным сигналам различных устройств. В развёрнутом виде основные функции сканера можно определить следующим образом:

- считывание памяти неисправностей и сброс ошибок: можно считывать, сбрасывать и выводить на дисплее обычным текстом неисправности, выявленные во время работы собственной системой диагностирования машины и зафиксированные в памяти неисправности;
- считывание фактических значений: можно считывать как физические величины действительных значений, так и значения, которые рассчитывает блок управления работой дизеля (угол опережения впрыскивания, цикловая подача, частота вращения коленчатого вала двигателя в мин^{-1} и др.);
- диагностирование исполнительного механизма: можно управлять электрическим прибором (актуатором) для проверки функционирования (запуск сигналов - имитаторов с памяти ЭБУ на исполнительный механизм);
- тест двигателя: можно запускать запрограммированные в ЭБУ двигателя проверочные прогоны для испытания системы управления работой дизеля или самого дизеля (пуск - прогрев двигателя, разгонной динамики, прокручивание двигателя, режим отключения цилиндров и др.);
- корректировка параметров и программирование: можно перепрограммировать блок управления регулятором частоты вращения коленчатого вала (внесение коррекций в параметры опережения

впрыскивания и топливоподачи для их соответствия с реальными условиями эксплуатации, модернизация версии программного обеспечения и др.).

Сканер предназначен для непосредственного взаимодействия с ЭБУ машины и является необходимым инструментом для диагностирования электронных систем. Диагностический прибор позволяет осуществить считывание кодов неисправностей в контроллере, а также стирание их без отключения аккумуляторной батареи от бортовой сети автомобиля. После считывания кодов неисправностей можно просмотреть их описания в инструкции по эксплуатации или другой технической документации. При неисправности контроллера или повреждении в соединительных диагностических кабелях проведение диагностирования сканером становится невозможным.

Сканирующие устройства условно делятся на дилерские и мультимарочные. Они отличаются по цене, возможностям для конкретной марки машины и перечню доступных машин. Дилерские сканеры имеют наиболее широкие возможности, но имеют узкую направленность, высокую стоимость и иногда ограничение в возможности приобретения. Некоторые сканеры и системные тестеры могут быть одновременно и дилерскими и многомарочными. Например, сканер KTS - 570, будет иметь дилерские функции по двигателю, если установлена ЭСУД и топливная система BOSCH (двигатели техники фирм Claas, двигатели КамАЗ Bosch, ММЗ и др.). Приобретение предприятиями сканеров для каждой марки, очевидно, экономически нецелесообразно. Их наличие - прерогатива дилеров.

Лидерами в области разработки диагностического оборудования являются такие фирмы как: R. Bosch, Sun, AVE, Vetronix, Nextech, Snap - On, Denso, Hartridge, Delphi и многие другие.

Целью экспериментальных исследований является практическое подтверждение возможности использования параметров пускового тока для оперативной оценки технического состояния двигателя [5].

Эксперименты проводятся в лаборатории технического обслуживания и диагностирования машин кафедры «ЭМТП, БЖД и ПО» Иркутского ГАУ. Опытная установка включает в себя дизельный двигатель внутреннего сгорания, укомплектованный штатной системой пуска (аккумуляторная батарея, свечи накаливания, стартер) и измерительной системой, включающей в себя комплект первичных преобразователей физических величин (давления, силы тока, частоты следования импульсов) в электрический сигнал, внешнего аналого - цифрового преобразователя, работающего через USB - соединение и персонального компьютера типа ноутбук (рисунок).

Эксперименты проводились на двигателе Д - 145 Т, с воздушным охлаждением. Данный двигатель был выбран из следующих соображений: во - первых, в конструкцию включены свечи накаливания, что значительно облегчает доступ к камере сгорания; во - вторых, при этом не требовалось дорогостоящих аккумуляторных батарей (АКБ) большой ёмкости и тока

холодной прокрутки, что позволило испытывать большое количество АКБ; в - третьих, форсунки на данном двигателе вворачиваются в головку благодаря наличию резьбовой части, благодаря чему можно относительно легко и оперативно можно изменять фактическую степень сжатия.

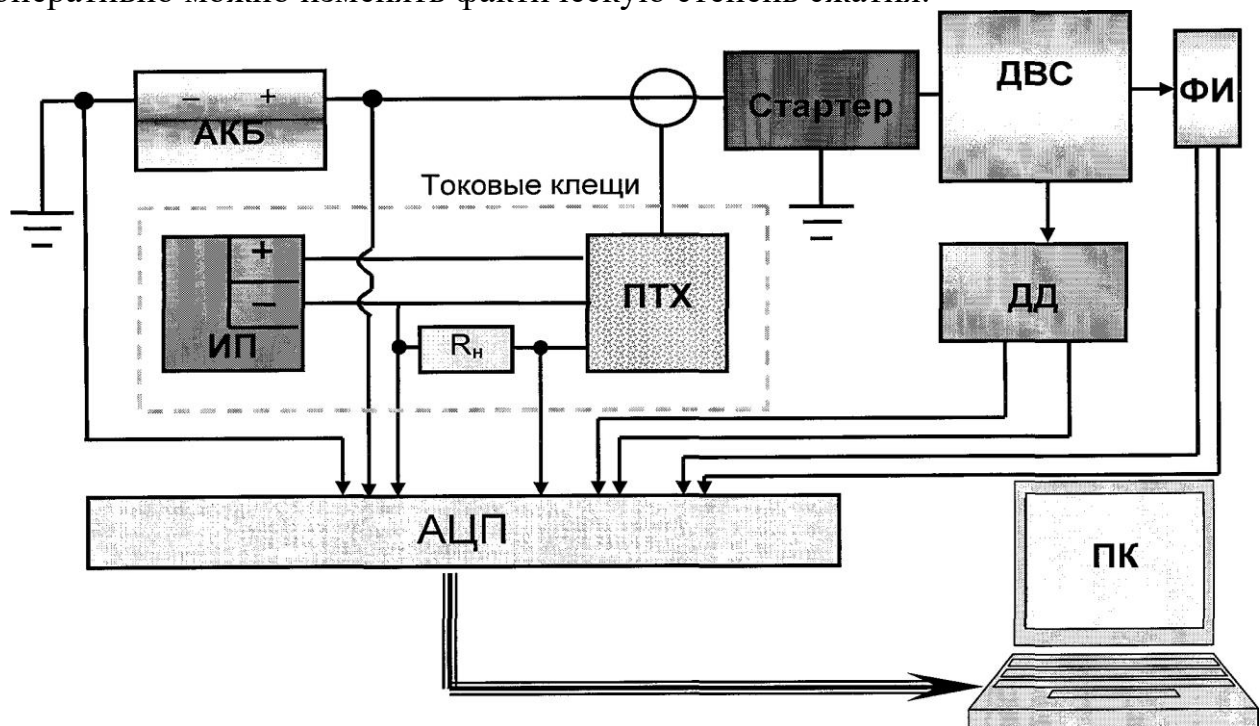


Рисунок – Общая схема измерительного комплекса

АКБ – аккумуляторная батарея; ИП – источник питания; ПТХ – преобразователь тока на эффекте Холла; ФИ – формирователь импульса; ДД – датчик давления; АЦП – аналого - цифровой преобразователь E14 - 440; ПК – персональный компьютер.

В ходе экспериментов измерялись следующие физические величины: текущее давление внутри цилиндра, текущее значение тока и напряжения, мгновенную частоту вращения коленчатого вала по сигналу с индуктивного датчика, установленного напротив зубчатого венца маховика. Поскольку максимальное входное напряжение АЦП не должно превышать 10 В, то измерение напряжения осуществлялось с помощью делителя.

Преобразователь E14-440 предназначен для измерения напряжения постоянного и переменного тока, а также для ввода, вывода и обработки аналоговой и цифровой информации в измерительных устройствах и системах на базе персональных компьютеров. Он обеспечивают измерение напряжения постоянного тока и среднеквадратического значения напряжения переменного тока в одном или нескольких измерительных каналах (максимальное количество каналов - 16 или 32 в зависимости от схемы подключения) с использованием 14 - разрядного аналого-цифрового преобразователя и многоканального коммутатора входных сигналов.

Управление работой и питание АЦП осуществлялось от персонального компьютера, подключение к которому обеспечивается посредством

стандартного интерфейса USB. Для визуализации данных использовалась штатное программное обеспечение Lgraph 2.

Заключение. Предполагается использовать временные характеристики силы тока и напряжения при пуске и принудительном прокручивании для диагностирования систем пуска, электроснабжения и компрессионных свойств дизельных двигателей.

В качестве диагностических признаков приняты физические величины: сила тока и напряжение, характеризующие области локальных диагнозов.

Список литературы

1. *Ананьин А.Д.* Диагностика и техническое обслуживание машин / *А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов, А.В. Неговора.* - Москва : Академия, 2008. – 428.
2. *Ильин П.И.* Диагностирование карбюраторного двигателя по моменту сопротивления прокручиванию коленчатого вала: Автореф. дис. канд. тех. наук. - Иркутск, 2003. - 19 с.
3. *Ильин П.И.* Определение оптимальной частоты вращения коленчатого вала при диагностировании / *П.И. Ильин* // Актуальные вопросы аграрной науки. - 2018. - № 28. - С. 5 - 14.
4. Компьютерный диагностический комплекс для диагностирования двигателей внутреннего сгорания при прокручивании коленчатого вала. / *Ильин П.И., Терских И.П., Федотов А.И., Мошкин Н.И., Овчинникова Н.И., Матвеев А.Н., Лубсанов Д.М.* // Патент на полезную модель RU 30165 U1, 20.06.2003. Заявка № 2002126501/20 от 10.10.2002.
5. *Ларионов Л.Б.* Методика расчёта детонации в цилиндре биогазового двигателя с искровым зажиганием / *Ларионов Л.Б., Болоев П.А., Ильин П.И., Кабанов А.Н., Сиряева И.В., Паламодов Е.О.* // Известия МГТУ МАМИ. - 2015. - Т. 1. - № 3 (25). - С. 80 - 85.
6. *Такеми М.* Накопление и систематизация научных данных при использовании интеллектуального интерфейса в сельском хозяйстве / *Такеми М., Буряев М.К., Ильин П.И., Ильин С.Н., Шистеев А.В.* // В сборнике: Актуальные вопросы инженерно - технического и технологического обеспечения АПК. Материалы VIII Национальной научно-практической конференции с международным участием «Чтения И. П. Терских», посвященной 85 - летию Иркутского ГАУ. Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ, 2019. - С. 180 - 190.

References

1. *Ananyin A.D.* Diagnostics and maintenance of machines. Moscow: Academy, 2008. 428 p.
2. *Ilyin P.I.* Diagnostics of the carburetor engine by the torque of the crankshaft cranking resistance. Irkutsk, 2003, 19p.
3. *Ilyin P.I.* Determination of the optimal crankshaft rotation speed during diagnosis / Actual questions of agricultural science. 2018, no 28, pp. 5 - 14.
4. *Ilyin P.I., Terskikh I.P., Fedotov A.I., Moshkin N.I., Ovchinnikova N.I., Matveev A.N., Lubsanov D.M.* Computer diagnostic complex for diagnosing internal combustion engines when cranking the crankshaft. Utility model patent RU 30165 U1, 20.06.2003. Application no. 2002126501/20 dated 10.10.2002.
5. *Larionov L.B., Boloev P.A., Ilyin P.I., Kabanov A.N., Siryayeva I.V., Palamodov E.O.* Method for calculating detonation in the cylinder of a biogas engine with spark ignition. Izvestiya MGTU MAMI. 2015, T. 1, no, 3 (25), pp. 80 - 85.
6. *Takemi M., Buraev M.K., Ilyin PI, Ilyin SN, Shisteev A.V.* Accumulation and systematization of scientific data when using an intelligent interface in agriculture. In the collection: Topical issues of engineering, technical and technological support of the agro-

industrial complex. Materials of the VIII National Scientific and Practical Conference with international participation "Readings of I. P. Terskikh", dedicated to the 85th anniversary of the Irkutsk State Agrarian University, 2019, pp. 180 - 190.

Сведения об авторах

Цэдашиев Цыбик Владимирович – студент 2 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89500834583, e-mail: thedashiev@mail.ru).

Шарыпов Александр Вячеславович – студент 4 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89500834583, e-mail: thedashiev@mail.ru).

Цэдашиев Цырендаши Владимирович – старший преподаватель кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка, безопасность жизнедеятельности и профессиональное обучение». Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89500834583, e-mail: thedashiev@mail.ru).

Information about the authors

Tsedashiev Tsybik Vladimirovich – 2nd year student of the faculty of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel. 89148782402, e-mail: thedashiev@mail.ru).

Sharypov Alexander Vyacheslavovich. – 4th year student of the faculty of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezny, tel. 89501010714, e-mail: thedashiev@mail.ru).

Tsedashiev Tsyrendashi Vladimirovich – senior lecturer of the department "Operation of the machine and tractor fleet, life safety and vocational training." Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, Molodezhny, tel. 89500834583, e-mail: thedashiev@mail.ru).

УДК 551.524.37; 632.111.51

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ ЛИСТА РАСТЕНИЯ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНОМ РАДИАЦИОННОМ БАЛАНСЕ

Бураева Н. Н., Кузнецов Б. Ф., Клибанова Ю. Ю.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский район, Россия

Инфракрасное излучение ночного неба играет важную роль в биофизике растений. Потеря тепла в виде лучистой энергии приводит к возникновению скрытых радиационных заморозков. Это редкое экологическое явление может привести к замедлению роста и воспроизводства сельскохозяйственных культур. Своевременный прогноз наступления радиационных заморозков в начале вегетационного периода является важной и необходимой мерой. В данной работе предлагается исследовать физические процессы, которые происходят во время радиационного охлаждения листьев растений в ночное время суток при положительных значениях температуры воздуха. Предлагается моделирование выхолаживания тонкой алюминиевой пластинки (листа) размерами 150мм×100мм×10,5мм в ночное время суток. Алюминиевая пластинка это модель листа растения, на которой закреплены датчики температуры.

Ключевые слова: инфракрасные излучение неба, радиационные заморозки, моделирование листа растений.

PHYSICAL MODELING OF THE COOLING PROCESS OF A PLANT LEAF WITH A NEGATIVE RADIATION BALANCE

Yu.Yu. Klibanova, B. F. Kuznetsov, N. N. Buraeva

Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Russia

Infrared radiation from the night sky plays an important role in plant biophysics. Loss of heat in the form of radiant energy leads to latent radiation frosts. This rare ecological phenomenon can lead to a slowdown in the growth and reproduction of crops. Timely forecast of the onset of radiation frosts at the beginning of the growing season is an important and necessary measure. In this work, it is proposed to study the physical processes that occur during radiation cooling of plant leaves at night at positive air temperatures. It is proposed to simulate cooling of a thin aluminum plate (sheet) with dimensions of 150mm×100mm×10.5mm at night. The aluminum plate is a model of a plant leaf on which the temperature sensors are fixed.

Key words: infrared sky radiation, radiation frost, plant leaf modeling.

Введение

В царстве растений существует огромное разнообразие строений и физиологий листа. Особенности строения листа во многом определяют их восприимчивость к климатическим условиям, в том числе к радиационным заморозкам [12, 13]. Радиационные заморозки возникают за счет интенсивного радиационного охлаждения поверхности почвы и прилегающих слоев воздуха [6, 8]. Растения, как и все физические тела,

излучают тепло. Отрицательный радиационный баланс в ночное время, определяемый радиационной прозрачностью небосвода, приводит к охлаждению листа. Ночное радиационное излучение приводит к понижениям температуры листа растения до 0°C и ниже при положительных значениях температуры окружающего воздуха [11]. В крайних случаях на поверхности листа образуется «иней» [1]. Это может привести к разрушению части клеток растения и, следовательно, снижению роста растения и даже его гибели. Кроме того, сочетание высоких положительных дневных температур и пониженных ночных температур могут вызывать стресс у растений, что тоже вызывает уменьшение его вегетационной активности.

Изучения физических явлений строятся на понимании физические законы и принципы, которые описываются при помощи математических уравнений. Уравнения, которые показывают степень зависимости одних переменных от других можно отнести к математическим моделям физических явлений. Математическое моделирование позволяет изучать различные аспекты физических явлений, решая практические задачи [6]. Любая модель должна отражать основные особенности физической проблемы, которую она представляет. Построение математической модели возникновения радиационных заморозков и вопросы их прогнозирования были рассмотрены в работах [2, 4-7, 9, 10]. Моделирование энергетического баланса поверхности листа и Земли позволит прогнозировать наступления радиационных заморозков. Целью данной работы является формирование подходов к исследованию физических процессов, характеризующих радиационное охлаждения листьев растений в ночное время суток. Для этого необходимо проанализировать скорость изменения температур листа растения в зависимости от температуры воздуха. Т.е. как быстро и до каких значений падает температура листа.

Теоретическое обоснование. Под радиационным охлаждением понимается физический процесс отдачи тепла, каким либо телом в результате инфракрасного излучения (теплового излучения). Рассмотрим физические процессы, которые происходят во время радиационного охлаждения поверхности листа в ночные часы (Рисунок 1).

В дневное время суток происходит нагревание поверхности листа растения до температуры $T_{\text{пов.лист}},^{\circ}\text{C}$ в результате солнечной радиации. В ночное время суток лучистая энергия Солнца отсутствует, в результате температура окружающего воздуха уменьшается до некоторой температуры $T_{\text{возд}},^{\circ}\text{C}$. В это время, нагретый лист отдает тепло с помощью процессов теплопроводности, конвекции и радиационного излучения. Запишем уравнение теплового баланса

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \quad (1)$$

где Q_1 – тепловой поток (скорость теплопередачи), полученный дном от Солнца, Вт/м², Q_2 – конвекционный тепловой поток с поверхности листа в окружающее пространство, Вт/м², Q_3 – радиационный поток, Вт/м².

Скорость теплопередачи через среду зависит от материала, геометрических размеров, а также температурной разницы сред.

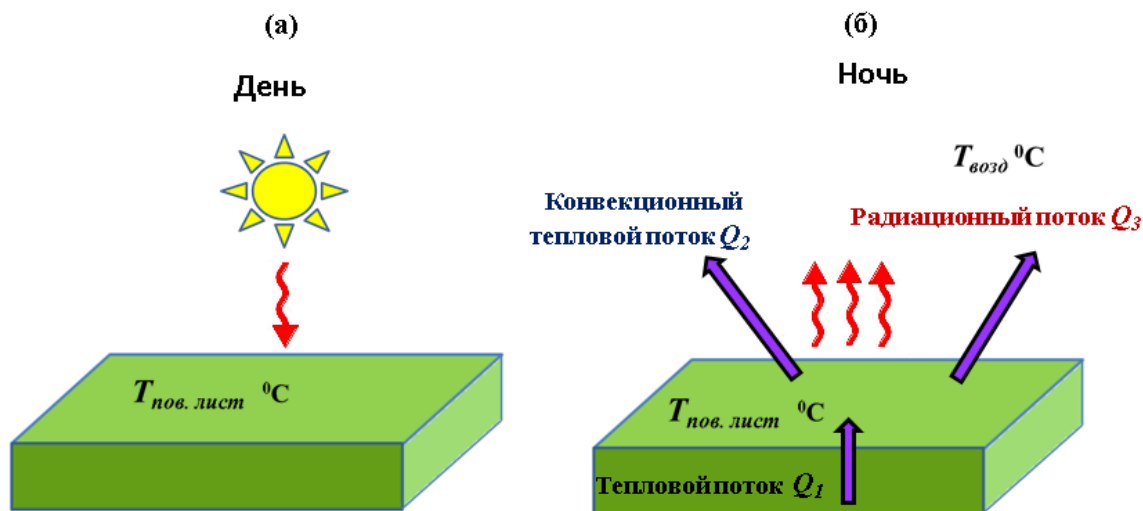


Рисунок 1 – Модель листа растения. а) нагрев листа в дневные часы, б) радиационное охлаждение в ночные часы.

Используя уравнение теплопроводности (закон Фурье) запишем уравнение теплового потока в дифференциальной форме

$$Q_1 = -kS \frac{dT_{\text{пов.лист}}}{dx}, \quad (2)$$

где x – толщина листа, S – площадь поверхности, k – коэффициент теплопроводности материала, являющийся мерой способности материала проводить тепло Вт/м·К.

Приведенное выше соотношение показывает, что скорость теплопроводности в направлении пропорциональна градиенту температуры в этом направлении. Тепло проводится в направлении снижения температуры, и градиент температуры становится отрицательным, когда температура убывает.

Конвективный перенос тепла от поверхности листа в окружающее определяется законом охлаждения Ньютона

$$Q_2 = hS(T_{\text{пов.лист}} - T_{\text{возд}}), \quad (3)$$

где S – площадь поверхности, h – коэффициент теплообмена Вт/м²·К.

В данном исследовании тепло передается в виде теплового излучения испускаемого поверхностью листа (радиационный поток от поверхности). Этот вид излучения связан с температурой в отличие от других форм электромагнитного излучения, таких как гамма-лучи, микроволны,

радиоволны. Все тела с температурой выше абсолютного нуля излучают тепло, в том числе и растения.

Согласно закону Стефана - Больцмана радиационный поток определяется как

$$Q_3 = \varepsilon \sigma S (T_{\text{пов.лист}} - T_{\text{возд}})^4, \quad (4)$$

где ε - коэффициент излучения (для алюминия он равен 0,05; для растений он равен 0,92), S - площадь поверхности, $\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$ Вт/м²К⁴ (постоянная Стефана - Больцмана).

Лист имеет однородную температуру и равномерно охлаждается со всей поверхности. Следовательно, это одномерный переходный процесс. Анализируется радиационное охлаждение поверхности листа, являющееся основным в процессе охлаждения. Конвекционный перенос тепла пренебрежимо мал. Тогда запишем следующее уравнение теплового баланса

$$-kS \frac{dT}{dx} = \varepsilon \sigma S (T_{\text{пов.лист}} + T_{\text{возд}})^4. \quad (5)$$

Физическое моделирование радиационного охлаждения листа. Основным объектом физической модели для изучения процесса радиационного охлаждения может выступать небольшой лист металла, расположенный на открытом пространстве расположенный горизонтально. Вполне очевидно, что приведенные выше соотношения для теплового баланса будут правомерны и для модельного объекта. Разница в коэффициентах излучения для металла (в частности алюминия) и растения может быть решена применением специальной обработки. Так, например, черный анодированный алюминий может иметь коэффициент излучения (коэффициент черноты) 0.95 в длинноволновой части спектра. Высокий коэффициент теплопроводности алюминия позволит иметь постоянную температуру модельного объекта во всем объеме.

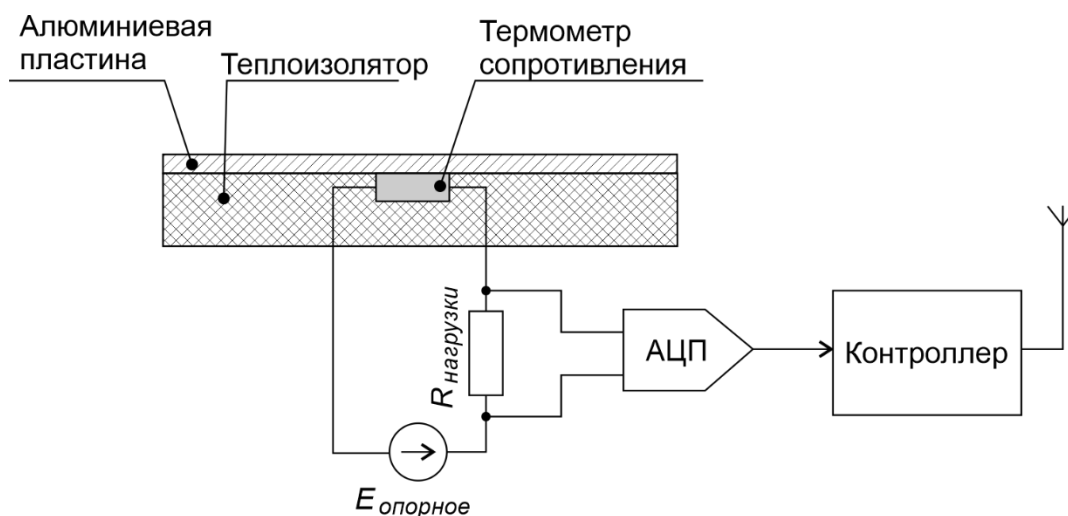


Рисунок 2 – Модельный объект и схема измерения температуры

В качестве листа растения будем использовать алюминиевый лист размерами 50 мм×100 мм×10,5 мм. Нижняя часть листа термоизолирована для уменьшения влияния теплового излучения подстилающей поверхности (рисунок 2). К листу подключён датчик температуры (термометр сопротивления), полученные данные направляются через контроллер в накопитель.

Заключение. Одним из важных климатических факторов, влияющих на рост и развитие растений, являются радиационные заморозки, возникающие в результате лучистого энергообмена в ночные и утренние часы [1, 6, 11]. Для анализа охлаждения листа растения при отрицательном радиационном балансе предлагается измерение температуры поверхности черного анодированного алюминиевого листа, выступающего в качестве модельного объекта. Рассмотрено соотношение теплового баланса и разработана схема измерения температуры поверхности алюминиевого листа.

Список литературы

1. Бураева Н. Н. Анализ данных системы измерения радиационных заморозков / Н. Н. Бураева, Ю. Ю. Клибанова // Актуальные вопросы аграрной науки. Изд-во Иркутского ГАУ, –2020. – №.34. – С. 5 -11
2. Клибанова Ю. Ю. Проекты и разработки в области цифрового сельского хозяйства, реализуемые на энергетическом факультете Иркутского ГАУ / Ю.Ю. Клибанова, Б. Ф. Кузнецов // Актуальные вопросы аграрной науки. Изд-во Иркутского ГАУ,- 2019. №.31 - С. 56-63
3. Клибанова Ю.Ю. Технологии искусственного интеллекта на службе сельского хозяйства / Ю. Ю. Клибанова, Б. Ф. Кузнецов // Материалы международной научно-практической конференции «Цифровые технологии и системы в сельском хозяйстве» – Молодежный: Изд-во Иркутского ГАУ, – 2019 – С. – 62–67.
4. Кузнецов Б. Ф. Измерительная система сбора данных для прогнозирования радиационных заморозков / Б. Ф. Кузнецов, Ю. Ю. Клибанова // Материалы VIII международной научно-практической конференции «Климат, экология, сельское хозяйство Евразии», Иркутск 23-24 мая 2019 г. –Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ, 2019 - С. 31-37
5. Кузнецов Б. Ф. Постановка задачи прогнозирования заморозков на основе локальных метеоданных / Кузнецов Б. Ф. // Актуальные вопросы аграрной науки. Научно-практический журнал. Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ, –2018. –№ 27. –С. 57-64
6. Кузнецов Б.Ф. Физические основы и математическая модель возникновения радиационных заморозков / Б. Ф. Кузнецов, Ю. Ю. Клибанова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса» посвященной памяти А.А. Ежевского (15-16 ноября 2018 г.). – Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ, 2018. –370 с.–С. 186-194
7. Кузнецов Б. Ф. Система измерения интенсивности радиации для прогнозирования заморозков / Б. Ф. Кузнецов, Перфильев В. А. // Материалы II-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса», посвященной памяти Александра Александровича Ежевского – Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ, - 2020 - С. - 183 – 192

8. Матвеев Л. Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы / Л. Т. Матвеев – Л.: Гидрометеиздат. – 1984. –752 с

9. Перфильев В. А. Устройство измерения радиационного баланса для прогнозирования возникновения радиационных заморозков / В. А. Перфильев, Б. Ф. Кузнецов, Ю. Ю. Клибанова // «Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК» – Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ, – 2019 – С. – 91–97.

10. Перфильев В. А. Полевая агрономическая погодная станция с технологией ИОТ / В.А. Перфильев, В.Ю. Малоземов, Б.Ф. Кузнецов // «Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК». Материалы всероссийской научно-практической конференции. –Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ, 2018 –С. 250–254.

11. Jordan D.N. Radiation frost susceptibility and the association between sky exposure and leaf size *Oecologia*, 1995, no 103, pp. 43-48

12. Leuning R, Cremer K. W Leaf temperatures during radiation frost. Part I. Observations *Agricultural and Forest Meteorology*, 1988, no 42, pp. 121-133 [https://doi.org/10.1016/0168-1923\(88\)90072-X](https://doi.org/10.1016/0168-1923(88)90072-X)

13. Leuning R. Leaf temperatures during radiation frost. Part II. A steady state theory / R. Leuning // *Agricultural and Forest Meteorology*, 1988, no 42, pp. 135-155 [https://doi.org/10.1016/0168-1923\(88\)90073-1](https://doi.org/10.1016/0168-1923(88)90073-1)

References

1. Buraeva NN Analysis of data from the system for measuring radiation frosts / N. N. Buraeva, Yu. Yu. Klivanova // *Actual problems of agricultural science*. Irkutsk State Agrarian University Publishing House, 2020, no. 34, pp. 5 -11

2. Klivanova Yu. Yu. Projects and developments in the field of digital agriculture, implemented at the energy faculty of the Irkutsk State Agrarian University / Yu. Yu. Klivanova, BF Kuznetsov // *Actual problems of agricultural science*. Publishing house of Irkutsk State Agrarian University, 2019, no 31 pp. 56-63.

3. Klivanova Yu.Yu. Artificial intelligence technologies in the service of agriculture / Yu. Yu. Klivanova, B. F. Kuznetsov // *Materials of the international scientific and practical conference "Digital technologies and systems in agriculture" - Youth*: Publishing house of Irkutsk State Agrarian University, 2019, pp. 62–67.

4. Kuznetsov BF Measuring data collection system for predicting radiation frosts / BF Kuznetsov, Yu. Yu. Klivanova // *Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference "Climate, Ecology, Agriculture of Eurasia"*, Irkutsk 23-24 May 2019 Irkutsk: Publishing house of Irkutsk GAU, 2019 pp. 31-37

5. Kuznetsov BF Statement of the problem of forecasting frosts based on local meteorological data / Kuznetsov BF // *Actual problems of agricultural science*. Scientific and practical journal. Irkutsk: Publishing house of Irkutsk GAU, 2018, no 27. pp. 57-64.

6. Kuznetsov B.F. Physical foundations and mathematical model of the occurrence of radiation frosts / BF Kuznetsov, Yu. Yu. Klivanova // *Proceedings of the All-Russian scientific-practical conference with international participation "Problems and prospects of sustainable development of the agro-industrial complex" dedicated to the memory of A.A. Ezhevsky (November 15-16, 2018)*. - Irkutsk: Publishing house of Irkutsk State Agrarian University, 2018, –370 pp.

7. Kuznetsov BF Radiation intensity measurement system for predicting frosts / BF Kuznetsov, Perfiliev VA // *Materials of the II-nd All-Russian scientific-practical conference with international participation "Problems and prospects of sustainable development of the agro-industrial complex"*, dedicated to the memory of Alexander Alexandrovich Ezhevsky - Molodezhny: Publishing house of Irkutsk GAU, 2020, pp. 183 - 192

8. Matveev LT Course of general meteorology. Physics of the atmosphere / L. T. Matveev - L. : Gidrometeoizdat, 1984, 752 p

9. Perfiliev VA A device for measuring the radiation balance for predicting the occurrence of radiation frosts / VA Perfiliev, BF Kuznetsov, Yu. Yu. Klibanova // "Scientific research of students in solving urgent problems of the agro-industrial complex" Irkutsk: Izd -vo Irkutsk GAU, 2019, pp. 91–97.

10. Perfiliev VA Field agronomic weather station with IOT technology. Perfiliev, V.Yu. Malozemov, B.F. Kuznetsov // "Scientific research of students in solving urgent problems of the agro-industrial complex." Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. – Irkutsk: Publishing house of Irkutsk State Agrarian University, 2018, pp. 250-254.

Сведения об авторах

Буреава Ника Николаевна – студентка четвертого курса энергетического факультета, направление подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89996445643 e-mail: nika.buraeva@mail.ru)

Клибанова Юлия Юрьевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., пос. Молодежный, тел. 89086473947, e-mail: malozemova81@mail.ru)

Кузнецов Борис Федорович – доктор технических наук, профессор кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., пос. Молодежный, тел. 89021723331, e-mail: kuznetsovbf@gmail.com)

Information about the authors

Klibanova Yulia Yu. – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent of the Department of Electrical Systems and Physics. Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk District, Irkutsk Region, Russia, 664038, tel. 89086473947, e-mail: malozemova81@mail.ru)

Kuznetsov Boris F.–Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electric Systems and Physics. Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky (664038 Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, Molodezhny, tel. 89021723331, e-mail: kuznetsovbf@gmail.com.)

Buraeva Nika Nikolaevna - third -year student of the Faculty of Energy, direction of training 13.03.01 - Thermal Power Engineering and Heat Engineering (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 89996445643 e-mail: nika.buraeva@mail.ru)

УДК 621.311.004.18:728.6

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В СЕЛЬСКОМ ДОМЕ

Гамаюнов И.Е., Сукьясов С.В.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Большое значение имеет решение вопросов снижения энергопотребления жилых домов. Применение различных энергосберегающих технологий должно быть обосновано не только экономической эффективностью использования мероприятий по снижению потерь, но и подтверждено научными изысканиями. Одним из наиболее эффективных мер по энергосбережению в сельском доме является применение теплоизоляционных материалов. Их использование для энергосбережения способствует уменьшению тепловых потерь, экономии денежных средств, повышению эффективности использования энергоресурсов. В данной статье рассматривается вопрос энергосбережения частного дома, проведен анализ электроприемников, выделены наиболее энергоемкие из них. Экономический расчет предложенных мероприятий по снижению тепловых потерь показал, что они эффективны и позволяют получить экономию денежных средств за счет снижения электропотребления.

Ключевые слова: сельский дом, энергоснабжение, тепловые потери, теплоизоляционные материалы, энергопотребление.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF ENERGY SAVING MEASURES IN A RURAL HOUSE

Gamayunov I.E., Sukyasov S.V.

Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

It is of great importance to resolve the issues of reducing the energy consumption of residential buildings. The use of various energy-saving technologies should be justified not only by the economic efficiency of the use of measures to reduce losses, but also confirmed by scientific research. One of the most effective energy saving measures in a rural house is the use of thermal insulation materials. Their use for energy saving helps to reduce heat losses, save money, and increase the efficiency of energy use. This article discusses the issue of energy saving in a private house, an analysis of electrical receivers is carried out, and the most energy-intensive of them are highlighted. The economic calculation of the proposed measures to reduce heat losses showed that they are effective and allow you to save money by reducing power consumption.

Key words: rural house, energy supply, heat losses, heat-insulating materials, energy consumption.

Введение. Энергосбережение - это эффективное использование энергетических ресурсов за счет использования инновационных решений, которые технически осуществимы, экономически оправданы, приемлемы с экологической и социальной точки зрения, не изменяют привычный образ жизни. На сегодняшний день особое место имеет снижение энергопотребления жилых домов, что также дало толчок для развития энергосберегающих технологий [4, 5]. На обогрев жилых домов тратится до

40% от всего потребления электроэнергии. Как правило, энергосберегающими делают дома, в которых проживают постоянно, поэтому на первом месте выходит задача сбережения тепла.

Рассмотрим сельский дом, использующий только электрическую энергию. Проведём, к примеру, таблицу 1 потребления электрической энергии приборами, которые находятся в доме.[1]

Таблица 1 - Потребление электрической энергии приборами в доме

Электро-приемник	Мощность электро-приемника кВт	Количество шт.	Среднесуточное время работы, час/сут.	Месячное потребление электроэнергии, кВт·ч
Холодильник	1	1	2 (с учетом остановок)	60
Телевизор	0,08	1	5	12
Стиральная машина	1,5	1	0,57 (4 ч. в неделю)	26
Электрочайник	2	1	0,25	15
Компьютер	0,8	1	2	20
Пылесос	1,5	1	0,14 (1 ч. в неделю)	6
Утюг	1,4	1	0,29 (2 ч. в неделю)	9
Микроволновая печь	1	1	0,20	6
Освещение	0,3	25	3	120
Отопление	12	1		3000
Всего				3268

В качестве отопления используется электрод котел ЭВПМ-12. Площадь отапливаемого помещения 100 м². Потребляемая мощность 12 кВт. Электрод котел состоит из корпуса, стальной емкости, пульта управления. В нижней части емкости, во фланце, смонтированы трубчатые электронагреватели, в верхней части резервуара находится термочувствительная трубка регулятора температуры. Крепления электрического котла позволяют его установку, как вертикально, так и горизонтально [2].

Из таблицы 2 мы видим, что электропотребление за год составляет 26241 кВт·ч, переводим на денежный эквивалент, принимаем тариф на электрическую энергию 0,819 руб./кВт ч, получаем 21491 рубль. Таблицы 1 и 2 показывают, что основная доля энергопотребления приходится на систему отопления.

Рассчитаем теплопотери дома через стены:

$$Q = S \times \Delta T / R,$$

где Q —теплопотери (единица измерения - Вт); R - сопротивление теплопередачи (единица измерения - $^{\circ}\text{C}\cdot\text{м. кв.}/\text{Вт}$ или $^{\circ}\text{C}/\text{Вт/м. кв.}$); S — площадь конструкции (единица измерения — м. кв.); ΔT — это разница между температурой в доме и на улице (единица измерения - $^{\circ}\text{C}$).

Таблица 2 Показания потребления электрической энергии за 2020 год

Месяц	кВт·ч	Месяц	кВт·ч
Январь	3268	Июль	1547
Февраль	2975	Август	1962
Март	2312	Сентябрь	2065
Апрель	1761	Октябрь	2673
Май	935	Ноябрь	2776
Июнь	989	Декабрь	2979

Теплосопротивление R можно определить по формуле:

$$R = B/K,$$

где R — теплосопротивление; B — толщина однородного слоя (м); K — коэффициент теплопроводности материала ($\text{Вт/м}\times^{\circ}\text{C}$).

$$R = \frac{0,2}{0,15} = 1,33^{\circ}\text{C}/\text{Вт/м кв.}$$

$$Q = 100 \times 75 / 1,33 = 5639 \text{ Вт.}$$

Рассмотрим наиболее вероятные пути возникновения теплопотерь и технические решения их снижения.

1. **Теплоизоляция стен.** Через стены уходит около 40% тепла из дома, поэтому их утеплению уделяют повышенное внимание. Самый распространенный и простой способ утепления – организация многослойной системы. Внешние стены дома обшиваются утеплителем, в роли которого часто выступает минеральная вата. Она подходит для деревянного дома, обеспечивая защиту конструкций от огня и, тем самым, предотвращая их разрушение. Материал не выделяет тепло, дым или горящие капли в случае возгорания помещения [2].

2. **Теплоизоляция кровли.** Через кровлю уходит около 20% тепла. Для утепления крыши используют те же материалы, что и для стен. Широко распространены на сегодняшний день минеральная вата и пенополистирол. Архитекторы советуют делать кровельную теплоизоляцию не тоньше 200 мм независимо от типа материала.

3. **Теплоизоляция оконных проемов.** На окна приходится 20% тепловых потерь дома. При утеплении окон в деревянном доме предъявляются повышенные требования, как к эстетичности, так и к утеплителю. Не каждый материал может подойти для теплоизоляции окон в

доме из дерева. Одним из лучших вариантов наружного утепления является установка ставень. Однако этот элемент не всегда вписывается в архитектурную концепцию дома, поэтому чаще всего в целях утепления используют следующие материалы: поролоновые прокладки, трубчатые профили, силиконовый герметик, резина, поливинилхлорид, полиуретан [3].

4. **Теплоизоляция пола и фундамента.** Через фундамент и пол теряется по 10% теплоты. Пол утепляют теми же материалами, что и стены, но можно использовать и другие варианты: наливные теплоизоляционные смеси, пенобетон и газобетон, гранулобетон с рекордной теплопроводностью 0,1 Вт/(м°С). Можно утеплить не пол, а потолок подвала, если подобный предусмотрен проектом. Фундамент лучше утеплять снаружи, что поможет защитить его не только от промерзания, но и от других негативных факторов, в т.ч. влияния грунтовых вод, перепадов температур и т.д. В целях утепления фундамента используют напыляемый полиуретан, керамзит и пенопласт [6].

Проведем расчёт тепловых потерь через стены, с утеплителем:

$$R = \frac{0,048}{0,055} = 0,82 \text{ } ^\circ\text{C/ Вт/м. кв,}$$
$$R = 0,82 + 1,33 = 2,15^\circ\text{C/ Вт/м. кв,}$$
$$Q = 100 \times 75 / 2,15 = 3488 \text{ Вт.}$$

Из полученных данных видно, что применение теплоизоляционных материалов позволяет снизить потери на 38%.

Рассчитаем разницу потребления электрической энергии за отопительный сезон, сравнивая варианты до и после утепления ограждающих конструкций:

$$P_{\text{общ}} \times 0,819 = 20150 \times 0,819 = 16500 \text{ рублей}$$
$$P_{\text{общ}} \times 0,38 = 20150 \times 0,38 = 7657 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$
$$P_{\text{общ}} - P_2 = 20150 - 7657 = 12493 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$
$$P_2 \times 0,819 = 12493 \times 0,819 = 10231 \text{ рубль}$$
$$16500 - 10231 = 6269 \text{ рублей}$$

Вывод. Проведенные примерные расчеты экономии электрической энергии и тепла за счет утепления ограждающих конструкций сельского дома, позволит сэкономить 6269 рублей за отопительный сезон.

Список литературы

1. *Матияцук С.В.* Комментарий к Федеральному закону "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ": моногр. / С.В. Матияцук. - М.: Юстицинформ, 2010. - 208 с.
2. *Арутюнян А.А.* Основы энергосбережения / А.А. Арутюнян. - М.: Энергосервис, 2007. - 600 с.

3. Булатов И.С. Пинч-технология. Энергосбережение в промышленности / И.С. Булатов. - М.: Мир, 2012. - 148 с.
4. Гордеев А.С. Энергосбережение в сельском хозяйстве. Учебное пособие / А.С. Гордеев, Д.Д. Огородников, И.В. Юдаев. - М.: Лань, 2014. - 400 с.
5. Комков В.А. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве / В.А. Комков, Н.С. Тимахова. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 320 с.
6. Крылов Ю.А. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод / Ю.А. Крылов, А.С. Карандаев, В.Н. Медведев. - М.: Лань, 2013. - 176 с.

References

1. Matiyashchuk S.V. Commentary on the Federal Law "On Energy Saving and on Increasing Energy Efficiency and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation": monograph. / С.V. Matiyashchuk. М.: Yustitsinform, 2010, 208 p.
2. Arutyunyan A.A. Fundamentals of energy saving / A.A. Harutyunyan. - М.: Energoservice, 2007. -- 600 p.
3. Bulatov I.S. Pinch technology. Energy saving in industry, М.: Mir, 2012, .148 p.
4. Gordeev A.S. Energy saving in agriculture, М.: Lan, 2014, 400 p.
5. Komkov V.A. Energy saving in housing and communal services, М.: INFRA-M, 2010 . 320 p.
6. Krylov Yu.A. Energy saving and automation of production in the heat and power sector of the city. Frequency-controlled electric drive . М : Lan, 2013 .176 p

Сведения об авторах

Гамаюнов Иван Евгеньевич – студент 4 курса направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия, профиль Электрооборудование и электротехнологии в АПК. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., пос. Молодежный)

Сукьясов Сергей Владимирович - к.т.н., доцент кафедры
ы Электрооборудования и физики энергетического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского(664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., пос. Молодежный, тел. 89027625506, e-mail: sukyasov@mail.ru

Information about the authors

Gamayunov Ivan Evgenievich - 4th year student, direction of preparation 03/35/06 Agroengineering, profile Electrical equipment and electrotechnology in the agro-industrial complex. Irkutsk State Agrarian University. A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, settlement Molodezhny)

Sukyakov Sergey Vladimirovich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electrical Equipment and Physics and Power Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University. A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, settlement Molodezhny, tel. 89027625506, e-mail: sukyakov@mail.ru

УДК 628.971.9

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ОСВЕЩЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЯ СВЕТОДИОДНЫМИ СВЕТИЛЬНИКАМИ

Головков И.В., Иванов Д.А.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодёжный, Иркутский р-н, Иркутская обл., Россия

Современные светодиодные источники света пришли на смену лампам накаливания и газоразрядным источникам света. Для освещения территорий на предприятиях применяются различные светодиодные светильники. От качества освещения зависит производительность труда и безопасность, поэтому возникает необходимость сравнения различных светодиодных светильников и выбора лучшего по различным показателям. В статье рассматриваются различные светильники «Арктика», «Эльбрус» и «ДКУ» для уличного освещения территории (на примере деревообрабатывающего завода). На основании характеристик осветительных приборов, расчёта их расположения на зданиях производится сравнительный выбор оборудования для освещения территории предприятия светодиодными светильниками.

Ключевые слова: освещение территории, светодиодный светильник, световой поток, освещённость.

RESEARCH WAYS OF LIGHTING THE TERRITORY ENTERPRISES WITH LED LAMPS

I. V. Golovkov, Ivanov D.A.

Irkutsk State agricultural University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

Modern LED light sources have replaced incandescent lamps and gas-discharge light sources. Various LED lamps are used to illuminate territories at enterprises. Labor productivity and safety depend on the quality of lighting, so there is a need to compare different LED lamps and choose the best one for different indicators. The article discusses various lamps "Arktika", "Elbrus" and "DKU" for street lighting of the territory (for example, a woodworking plant). Based on the characteristics of lighting devices, the calculation of their location on buildings, a comparative selection of equipment is made for illuminating the territory of the enterprise with LED lamps.

Key words: territory lighting, LED lamp, luminous flux, illumination. illumination level.

В России действует закон об энергосбережении, принятый более 10 лет назад. Применение светодиодных источников света является, в настоящее время, хорошим примером реализации данного закона. Снижение электропотребления не должно вызвать снижения производительности труда или ухудшения качества предоставляемых услуг. При проектировании системы освещения любого объекта необходимо учитывать различные СНИПы и ГОСТы. Что касается искусственного освещения, то на российском рынке представлен широкий ассортимент уличных светильников. В связи с непростой экономической ситуацией в

стране, вызванной пандемией коронавирусной инфекции, вопросы энергосбережения стали еще более актуальны [1, 2, 3, 4].

В настоящее время правильное освещение территории любого предприятия имеет большое значение и актуально. Современные светодиодные источники света пришли на смену лампам накаливания и газоразрядным источникам света. Основным преимуществом светодиодных светильников является их долговечность, а основным недостатком качественных светодиодных светильников пока ещё остаётся их высокая стоимость. Для целей освещения сейчас применяются различные светодиодные светильники [5, 6, 11].

Помимо энергосбережения у светодиодных светильников есть ряд иных преимуществ.

Качество света. Установка светодиодных светильников в значительной мере улучшает качество освещения на предприятии. Это снижает риск травматизма и повышает безопасность на предприятии.

Долгий срок службы. Заменить перегоревшую лампу в цеху – сложный процесс, а светодиодный светильник служит долго и таких проблем не вызывает.

Светодиодное освещение позволяет добиться равномерной засветки, что особенно важно для работы на любом предприятии [6].

Действующим сводом правил [10] СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» установлены нормы освещённости для зданий и сооружений различного назначения, мест производства работ вне зданий, площадок промышленных и сельскохозяйственных предприятий, железнодорожных путей, наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов, автотранспортных тоннелей [10].

Согласно ПУЭ [7], для производственного предприятия (на примере деревообрабатывающего завода) преимущественно рассматривается крепление светильников на кронштейны к зданиям. Этот способ существенно сокращает затраты на установку оборудования, облегчает доступ к монтажу и обслуживанию, делает недоступным случайное повреждение автотранспортом.

Если на территории предприятия распределение электрической энергии реализуется преимущественно воздушными линиями на опорах (применительно к предприятиям агропромышленного комплекса), то необходимо рассмотреть установку светильников уличного освещения на опорах. При проектировании системы уличного освещения необходимо обязательно учитывать необходимость в автоматическом управлении светильниками (в функции времени суток, движения персонала по территории или по освещенности с применением фотореле).

Рассмотрим различные светильники для освещения территории предприятий, которые применяются в настоящее время. Светильники

Арктика 80.17100.85, Эльбрус 80.27120.145. Технические характеристики светильника «Арктика» и «Эльбрус» приведены в таблице 1 [8, 9].

Таблица 1 – Технические характеристики светильников Арктика 80.17100.85 и Эльбрус 80.27120.145

Характеристика	Арктика 80.17100.85	Эльбрус 80.27120.145
Световой поток, Лм	17100	27120
Потребляемая мощность, Вт	85	145
Энергоэффективность светильника, Лм\Вт	158	154
Цветовая температура, К	4000; 5000	4000, 5000
Индекс цветопередачи, Ra	75 Ra	75 Ra
Коэффициент пульсации	< 1 %	< 1 %
Диаграмма светового потока	Ш (140°x35°)/Д (120°)	Ш (140°x35°)/Д (120°)/Г(60°)/К(30°)
Производитель светодиодов	OSRAM	OSRAM
Кол-во светодиодов, шт	80	80
Частота, Гц	50-60	50-60
Напряжение питания, В	150-280	150-280
Защита от кратковременных импульсов	4 кВ – 6 кВ	4 кВ — 6 кВ
Коэффициент мощности	>0,97	0,97
Защита от перегрева	автоматически	автоматически
КПД источника питания, %	> 92	> 90
Температура эксплуатации, °С	от - 60°С до + 60°С	от - 60°С до + 40°С
Степень защиты корпуса	IP 66	IP 67
Вид климатического исполнения	УХЛ 1	УХЛ 1
Срок службы, ч	100000	100000
Гарантийный срок эксплуатации, лет	5	5
Масса, кг	8	5,8
Габаритные размеры, мм	800x347x115	550x234x65

Светильник «Арктика» можно устанавливать как на консольный кронштейн, так и на торцевую опору 48÷60 мм. Преимущества светильника Арктика 80.17100.85 ШН04. PLC - модификация светильника с модулем PLC для функционирования в составе системы управления освещением по питающей сети; CORFUN – в светильнике заложена «коридорная функция», которая задает 2 уровня освещенности в зависимости от присутствия людей (используя внешний датчик движения); ASTRODIM – модификация с автоматическим регулированием яркости по встроенному таймеру в зависимости от времени восхода и захода солнца; CR - светильник оснащен

разъемом NEMA для установки модуля управления LoRa системы управления AMBIOT CITY; К - в светильнике установлен PLC-модуль для АСУНО КУЛОН компании «DURAY»; EXTREME – модификация светильника с увеличенным диапазоном температур окружающей среды. Ориентировочная стоимость 15 тысяч рублей [8].

Уличные светильники серии «Эльбрус» имеют отличные технические характеристики. Высокое качество оборудования соответствует требованиям сегодняшнего дня. Рекомендуется для создания наружной системы освещения для монтажа на высоте 11÷14 метров. Область применения: автодороги класса А и Б, туннели, мосты, аэропорты, городская инфраструктура, железнодорожные платформы, парковая зона, площади. Дополнительно может комплектоваться настенным креплением для консольного светильника. Ориентировочная стоимость 20 тысяч рублей [9].

Светильник ДКУ01-80х1-001. Технические характеристики светильника «ДКУ01-80х1-001» приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики светильника ДКУ01-80х1-001

	80
Способ монтажа	Консольный
Цветовая температура, К	2700-6000
Световой поток, Лм	6880
Степень защиты	IP65
Тип ПРА	LED драйвер
Климатическое исполнение	У1/ХЛ1
Напряжение, В	220
Коэффициент мощности	0.98
Тип лампы	LED
Масса, кг	12,1
Длина, мм	620;
Ширина, мм	468
Высота, мм	188
Материал изделия	Алюминий
Тип управления освещением	Отсутствует
Цвет свечения	Теп. Бел./Бел./Хол.
Диапазон рабочих температур, °С	от -40 до +40
Срок службы, ч	50000
Максимальное сечение подключаемого кабеля, мм ²	4

Передовые полупроводниковые технологии легли в основу при создании консольного светильника ДКУ 01. Оснащение экономичными и виброустойчивыми светодиодными лампами гарантируют высокую эффективность системы, в которой установлено такое светотехническое оборудование. Удобная и надёжная система крепления обеспечивает безопасную эксплуатацию, а простой доступ к оптической системе – комфортное техническое обслуживание.

Светильник «ДКУ» пыле и влагозащищён, обладает антивандальными качествами, сведено к минимуму возможное слепящее действие. Возможность применения в системах управления освещением, использование различных модификаций позволяют получать различные световые потоки, добиваться выбора оптимального варианта светораспределения для конкретных условий. Использование светодиодных технологий раскрывает новые возможности прожекторного освещения, определяемые снижением энергетических затрат и увеличением продолжительности срока службы.

Преимущества светодиодного светильника «ДКУ»: светильник не подвержен коррозии, обладает антивандальными свойствами, виброустойчивый, модульная конструкция облегчает отвод тепла от светильника, пыле- и влагонепроницаем, оригинальная конструкция светильника с разнонаправленной ориентацией модулей позволяет обеспечить защитный угол. Светильник может использоваться в автоматических системах управления освещением. Ориентировочная стоимость 5÷10 тысяч рублей.

Светотехнический расчет электрического освещения выполняется в соответствии с нормативными документами [7, 10] и в зависимости от типов применяемых источников света и светильников, геометрического размещения их относительно освещаемой территории и высоты установки, интенсивности движения автотранспорта, светотехнических характеристик дорожных покрытий.

Между зданиями цеха имеется частичное асфальтобетонное покрытие и ширину проезжей части составляет 7 м. Ориентировочная длина проезжей части по всей территории рассматриваемого предприятия (на примере деревообрабатывающего завода) составляет 950 м.

Нагрузки уличного освещения принимают по соответствующим нормам в зависимости от типа покрытия и ширины проезжей части дорог и улиц. Выбираем среднюю яркость покрытия дороги $0,6 \text{ кд/м}^2$. Ищем отношение между шириной улицы и высотой установки светильника b/h .

На рисунке изображена схема расположения светильников для освещения территории предприятия (высота $h=7\text{м}$, ширина $b=7\text{м}$).

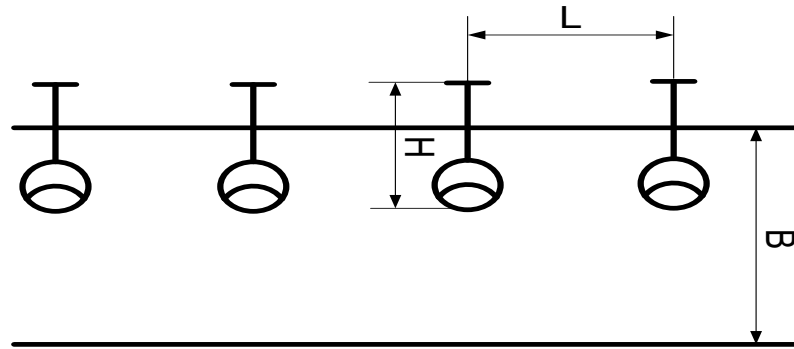


Рисунок – Схема расположения светильников

Коэффициент использования светильников по яркости светодиодных ламп: Вариант №1: $\eta_1 = 0,097$. Вариант №2: $\eta_1 = 0,097$. Вариант №3: $\eta_1 = 0,098$.

Для определения шага светильника предварительно находится световой поток Φ , необходимый для создания заданной яркости покрытия:

$$\text{Вариант №1: } \Phi = \frac{L \cdot K_3 \cdot \pi}{\eta_1} = \frac{0,6 \cdot 1,3 \cdot 3,14}{0,097} = 25,25 \text{ лм/м}^2,$$

$$\text{Вариант №2: } \Phi = \frac{L \cdot K_3 \cdot \pi}{\eta_1} = \frac{0,6 \cdot 1,3 \cdot 3,14}{0,097} = 25,25 \text{ лм/м}^2,$$

$$\text{Вариант №3: } \Phi = \frac{L \cdot K_3 \cdot \pi}{\eta_1} = \frac{0,6 \cdot 1,3 \cdot 3,14}{0,098} = 24,99 \text{ лм/м}^2,$$

где $L = 0,6 \text{ кд/м}^2$ – нормируемая яркость покрытия; K_3 – повышающий коэффициент, учитывающий снижение освещенности процессе эксплуатации осветительной установки, для светодиодных ламп, $K_3 = 1,3$.

При однорядном расположении светильников площадь, которую может осветить лампа светильника:

$$\text{Вариант №1: } S = \frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi} = \frac{17100}{25,25} = 677,23 \text{ м}^2,$$

$$\text{Вариант №2: } S = \frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi} = \frac{27120}{25,25} = 1074,06 \text{ м}^2,$$

$$\text{Вариант №3: } S = \frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi} = \frac{6880}{24,99} = 275,31 \text{ м}^2,$$

При ширине улицы в 7 метровый шаг светильников составляет:

$$\text{Для варианта №1: } l = \frac{S}{b} = \frac{677,23}{7} = 96,75 \text{ м} \approx 97 \text{ м}, \quad n = \frac{l_y}{l} = \frac{950}{97} = 9,8 \text{ шт} \approx 10 \text{ шт},$$

$$S_w = \frac{n \cdot P_{\text{св}}}{1000} = \frac{10 \cdot 85}{1000} = 0,85 \text{ кВт}.$$

$$\text{Для варианта №2: } l = \frac{S}{b} = \frac{1074,06}{7} = 153,44 \text{ м} \approx 153 \text{ м},$$

$$n = \frac{l_y}{l} = \frac{950}{153} = 6,21 \text{ шт} \approx 6 \text{ шт}, \quad S_w = \frac{n \cdot P_{\text{св}}}{1000} = \frac{6 \cdot 145}{1000} = 0,87 \text{ кВт}.$$

$$\text{Для варианта №3: } l = \frac{S}{b} = \frac{275,31}{7} = 39,33 \text{ м} \approx 39 \text{ м}, \quad n = \frac{l_y}{l} = \frac{950}{39} = 24,36 \text{ шт} \approx 24 \text{ шт},$$

$$S_w = \frac{n \cdot P_{\text{св}}}{1000} = \frac{24 \cdot 80}{1000} = 1,92 \text{ кВт}.$$

Выводы. 1. Для освещения территорий предприятий необходимо применять современные светодиодные светильники (при электроснабжении предприятия кабельными линиями светильники необходимо располагать на

фасаде зданий и сооружений, при электроснабжении воздушными линиями – на опорах).

2. Система управления уличного освещения должна предусматривать автоматическое управление светильниками (в функции времени суток или освещённости).

3. Проведённый анализ расчётов и всех приведенных характеристик по светодиодным светильникам «Арктика», «Эльбрус» и «ДКУ», показывает что, наиболее оптимальным для освещения территории предприятия является светильник Арктика 80.17100.85.

Список литературы

1. Айзенберг Ю.Б. О состоянии наружного освещения городов страны / Ю.Б. Айзенберг, Е.Ю. Матвеева, Д.Д. Юшков // Светотехника. – 2012. – №. 6. – С. 42-43.

2. Боммель В.В. Качество освещения и энергоэффективность: критический обзор / В.В. Боммель // Светотехника. – 2011. – №. 1. – С. 6-11.

3. Варфоломеев Л.П. О действительной энергоэффективности применения светодиодов в осветительных установках / Л.П. Варфоломеев // Светотехника. – 2012. – №. 6. – С. 22-25.

4. Дехофф П. Качество освещения и энергоэффективность не противоречат друг другу / П. Дехофф // Светотехника. – 2012. – №. 3. – С. 64-68.

5. История света и освещения. Ч. V / под ред. И. Арушанян // Империя света. – 2001. – № 5. – С. 56–61.

6. Особенности светодиодного освещения в промышленности. Реальный опыт российских предприятий / elek.ru – электротехнический интернет портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elec.ru/articles/kompleksnaja-modernizatsija-osveschenija-na-proi-2/> – 22.02.2021.

7. Правила устройства электроустановок. Издание 7. – М.: Энергоиздат. – 2006. – 648 с.

8. Светильник Арктика 80.17100.85 / DURAY Профессиональный свет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://novosibirsk.duray.ru/catalog/ulichnye-svetilniki-arktika/arktika-80-17100-85/> – 22.02.2021.

9. Светильник Эльбрус 80.27120.145 / DURAY Профессиональный свет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://novosibirsk.duray.ru/catalog/ulichnye-svetilniki-elbrus/elbrus-80-27120-145/> – 22.02.2021.

10. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Утв. 05.08.17. М.: Изд-во Департамента градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России). – 2016. – 92 с.

11. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю.Б. Айзенберга. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Знак. – 2006. – 972 с.

References

1. Ajzenberg YU.B., Matveeva E.YU., YUshkov D.D. About the state of outdoor lighting in the country's cities. Svetotekhnika, 2012, no. 6, pp. 42-43.

2. Bommel' V.V. Lighting quality and energy efficiency: a critical review. Svetotekhnika, 2011, no. 1, pp. 6-11.

3. Varfolomeev L.P. On the actual energy efficiency of the use of LEDs in lighting installations. Svetotekhnika, 2012, no. 6, pp. 22-25.

4. Dekhoff P. Lighting quality and energy efficiency do not contradict each other. Svetotekhnika, 2012, no. 3, pp. 64-68.

5. Arushanyan I. History of Light and illumination. Part V. Imperiya sveta, no. 5, pp. 56–61.

6. Features of LED lighting in the industry. Real experience of Russian enterprises. elek.ru – elektrotekhnicheskij internet portal: URL: <https://www.elec.ru/articles/kompleksnaja-modernizatsija-osveschenija-na-proi-2/>. 22.02.2021.

7. Rules for the installation of electrical installations. Edition 7. Moscow, 2006, 648 p.

8. Lamp Arctic 80.17100.85. DURAY Professional'nyj svet: URL: <https://novosibirsk.duray.ru/catalog/ulichnye-svetilniki-arktika/arktika-80-17100-85/>. 22.02.2021.
9. Lamp El'brus 80.27120.145. DURAY Professional'nyj svet: URL: <https://novosibirsk.duray.ru/catalog/ulichnye-svetilniki-elbrus/elbrus-80-27120-145/>. 22.02.2021.
10. SP 52.13330.2016 Natural and artificial lighting. Utv. 05.08.17. Moscow, 2016, 92 p.
11. Ajzenberg YU.B. Reference book on lighting engineering. Moscow, 2006, 972 p.

Сведения об авторах

Головков Игорь Витальевич – студент 4 курса энергетического факультета, направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89025411292; e-mail: igor-golovkov1997@mail.ru).

Иванов Дмитрий Александрович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры электроснабжения и электротехники энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89021776910, e-mail: ivanov-irk@yandex.ru).

Information about the authors

Golovkov Igor Vitalievich – 4st year student of the Faculty of Energy, areas of training 13.03.02 Power and Electrical Engineering (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 89025411292; e-mail: igor-golovkov1997@mail.ru)

Ivanov Dmitry Aleksandrovich – candidate of technical sciences, associate professor of the department of power supply and electrical engineering of power engineering faculty (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 89021776910, e-mail: ivanov-irk@yandex.ru).

УДК 631.158

СОЗДАНИЕ МИКРОКЛИМАТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Лошкарев С.В., Кузнецов Б.Ф.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Влажность воздуха, температура окружающей среды, состав воздуха и его загрязненность пылью, газами и бактериями – совместно все эти показатели создают понятие микроклимата, на состояние которого оказывает влияние множество факторов: климатические показатели и время года, системы поддержания микроклимата, численность животных и их возраст, конструкции зданий и многое другое.

Незначительные перемены в микроклимате оказывают большое влияние на здоровье и продуктивность животных. Перемены в микроклимате в наибольшей степени тяжело переносят молодняк, высокопродуктивные коровы и племенной скот.

Ключевые слова: микроклимат, контроль параметров, оборудование для создания микроклимата.

CREATION OF MICROCLIMATE IN LIVESTOCK ROOMS

Loshkarev S.V., Kuznetsov B.F.

Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
village Molodezhny, Irkutsk region, Irkutsk region, Russia

Air humidity, ambient temperature, air composition and its contamination with dust, gases and bacteria - together all these indicators create the concept of a microclimate, the state of which is influenced by many factors: climatic indicators and time of the year, microclimate maintenance systems, the number of animals and their age, building structures and much more.

Minor changes in microclimate have a large impact on the health and productivity of animals. Changes in the microclimate are most difficult for young animals, highly productive cows and pedigree livestock.

Key words: microclimate, control of parameters, equipment for creating a microclimate.

Введение. Во многих регионах Российской Федерации период времени года, когда отрицательные температуры окружающей среды (от -10 до -45 градусов Цельсия) составляют 50-70% времени года. Такой период в Восточной Сибири может длиться до 160-185 дней в году, что в свою очередь изменяет микроклимат в животноводческих помещениях.

Контролировать параметры микроклимата в животноводческих помещениях призвано специализированное оборудование. Вследствие агрессивных воздействий (повышенная влажность, загазованность и т.д.) оборудование нередко выходит из строя и увеличивает риск пожарной опасности. Для работы со специализированными установками необходимо иметь грамотных, технически подготовленных работников, умеющих работать с электроникой. Но не в каждом хозяйстве есть такие специалисты [1].

Применение вентиляционной установки «Сила ветра» на малых предприятиях. Чтобы решить проблему создания и контроля микроклимата в животноводческих помещениях таких хозяйств, можно использовать установку, получающую нераспространенный вид энергии – силу ветра. Установка отличается простотой и дешевизной, комплектуется из ветрового колеса, вала и многолопастной турбины. Ее устанавливают на крыше животноводческой фермы. Колесо приходит в движение под действием силы ветра и заставляет вращаться многолопастную турбину через установленный вал. Даже, если сила ветра невелика, турбина и при малых оборотах справляется с обеспечением вытяжки воздуха из помещения. Такие установки можно устанавливать на небольших животноводческих фермах [2].

Использование специализированного оборудования. Многие животноводческие предприятия используют специализированное оборудование по созданию микроклимата, такое как системы «Комплект», «Климат», «Приток», «ЭКО», «Агровент» (таблица).

Система «Комплект-1» хороша в эксплуатации в небольших животноводческих хозяйствах – коровниках на 150 голов и телятниках, имеющих родильное отделение. Комплектация этой системы включает в себя электрический калорифер с потребляемой мощностью 40 кВт, вентилятор Ц4-70 № 6 и станцию автоматического управления ШАП-5701. Систему оборудования «Комплект-2» обычно используют в более крупных животноводческих предприятиях – коровниках на 250 голов, в телятниках с родильным отделением до 100 голов. Система включает в себя пару электрических калориферов, пару центробежных вентиляторов и три электровентилятора, которые монтируются на крыше.

В животноводческих хозяйствах с нецелесообразностью использования электроэнергии для отопления помещений, возможно применение системы «Комплект-3», которое снабжено теплогенераторами типа ТГ, работающими на жидком топливе [3]. Системы «Климат» существуют с различными модификациями, имеющими различное количество вентиляторов и калориферов. Они снабжены автоматическими трансформаторами, регулирующими скорость вращения вентиляторов.

Если микроклимат в помещении зависит от показателей влажности и температуры воздуха, целесообразно использование отопительно-вентиляционной установки «Приток». В установку входят тепловентиляторы серии ТВ, шкаф автоматического управления, блок датчиков и термопреобразователей [4]. Для сокращения расхода как электрической, так и тепловой энергии применяется энергосберегающее оборудование ЭКО, УТФ-12 и «АГРОВЕНТ».

Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод, что в условиях Сибири целесообразно применение оборудования для создания и

Актуальные проблемы энергетики в АПК

поддержания микроклимата в родильном отделении коровника «Комплект-2», и «Климат-1» в крупных животноводческих фермах.

Таблица 1 - Результаты анализа рынка готовых систем для поддержания микроклимата

Наименование системы	Область применения :	Мощ-ть:	Основные составляющие системы
1.Комплект-1	Телятники с родильным отделением, коровники на 100 голов, свинарники-маточники	40 кВт	Вентилятор Ц4-70 № 6 и станция управления ШАП-5701.
2.Комплект-2	Предназначен для вентиляции, отопления и увлажнения воздуха животноводческих и птицеводческих помещений с повышенными требованиями к управлению параметрами микроклимата.	11.1-17.6 кВт	два электрокалорифера СФО-60; два центробежных вентилятора Ц4-70 № 7; три электровентилятора КЦ-3-90 № 5,
3.Комплект-3	Предназначен для вентиляции, отопления и увлажнения воздуха животноводческих и птицеводческих помещений. Комплект выпускается в шести модификациях.	2-24 кВт	теплогенераторы типа ТГ, работающие на жидком топливе
«Климат-4» и ее модификации: «Климат-44М», «Климат-45М», «Климат-47М».	предназначен для поддержания микроклимата в животноводческих и птицеводческих помещениях и рассчитан на совместную работу с тепло генераторами ТГ и калориферами СФО.	Тепловая мощность приточных установок 430 000 ккал/ч.	Их различают по количеству вентиляторов ВО-4; ВО-5,6; ВО-7; наличию водяных или электрических калориферов;
4.Климат-8	поддержание микроклимата в животноводческих и птицеводческих помещениях	1.43-3.37 кВт	вентиляторы серии ВО. Станция управления ШАП-8803 с датчиками ПД-1.
5.Приток	Регулирование микроклимата на свиноводческих фермах и комплексах, фермах КРС, в зависимости от температуры и влажности.	4.4 – 26 кВт	Оснащены тепловентиляторами серии ТВ с подачей воздуха 600...36 000м ³ /ч, установленной мощностью 4,4...26 кВт. Станция управления состоит из шкафа ЯОА-9203, блока датчиков БД-1 и термо преобразователей типа ТСМ
6.УТФ12. Агровент «Платинум»	сокращения расхода электрической и тепловой энергии на обеспечение необходимого микроклимата.	18-21 кВт	создан на базе тепло утилизаторов из полимерных материалов; 8 аналоговых выходов плата цифровых датчиков (8 входов) от 20 до 40 свободно программируемых реле большая и удобная цифровая клавиатура возможность использования до 8 датчиков температуры контроль относительной влажности в птичнике с помощью подключения датчика влажности
7. ЭКО	Для децентрализованных систем вентиляции животноводческих и птицеводческих помещений с утилизацией теплоты удаляемого воздуха и подогрева свежего приточного.	10-16 кВт	обеспечивает плавное регулирование подачи воздуха от 50 до 100 % при изменении наружной температуры от -30 до -10 °С и тепло производительности доводчика или электро калориферной установки от 0 до 100 % (при оптимальной подаче вентиляторов)

На малых животноводческих фермах целесообразно применение систем микроклимата «Комплект-1» и «Климат-8».

Также следует обратить внимание на тепловентиляционную систему «Агровент», которая предназначена для автоматического поддержания оптимального температурно-влажностного режима воздуха, сокращения расхода тепловой и электрической энергии.

Данная установка хороша тем, при ее эксплуатации не нужно применять дополнительные подогреватели приточного воздуха, если температура наружного воздуха ниже -20 °С. Воздухообмен при этом может происходить без установки специальных воздуховодов. Регулирующая система состоит из отдельных установок, т.е. установленный режим осуществляется по определенным зонам, что ведет к лучшему результату. Вследствие этого система «Агровент» подходит для эксплуатации в небольших животноводческих фермах, в них также можно применять системы «Приток», «Комплект-1» и установку «сила ветра».

Температура, влажность, освещенность, пылевая и бактериальная загрязненность воздуха и др. – все это показатели микроклимата внутри помещения, на состояние которого оказывает множество факторов.

Сибирское животноводство имеет свои специфические особенности: длительный стойловый период, сильные зимние морозы, резкие перепады температур, частые ветры. Поэтому необходимо строительство утепленных капитальных животноводческих помещений и создание оптимального микроклимата при условии максимальной механизации, электрификации и автоматизации всех трудоемких процессов, применение новых технологий в животноводстве.

Перспективные технологии в животноводстве. В конечном счете, чтобы достичь высоких показателей и иметь существенную прибыль от продукции животноводства, необходимы новые технологии. Многие аграрии работают над решением этой задачи.

Milknews совместно с компанией “Мустанг Технологии Кормления” разработаны технологии, которые, по их мнению, положительно повлияют на отрасль молочного животноводства [5].

К разработанным новым технологиям в молочном животноводстве относятся следующие виды.

1. Искусственный Интеллект. Компания “Мустанг Технологии Кормления” совместно с “АЛАН-ИТ” разработала в России в 2018 году систему искусственного интеллекта (ИИ). Разработанная технология решает задачу планирования эффективности кормления и следит за всеми происходящими процессами на ферме. Каждое животное имеет свой индивидуальный номер, по которому видны все данные по животному, начиная от рождения [6].

2. Дополненная реальность для коровника. Компания Nedap из Голландии разработала очки с дополненной реальностью для молочной

фермы, суть которой состоит в том, что на каждую корову надевается специальный ошейник, который отслеживает всю информацию о животном. В результате в любое время, посмотрев на животное через специальные очки, можно узнать все данные о его состоянии .

3. Точная генетика. Улучшение генетики - вопрос, которым задаются многие компании. Американская компания Acceligen ведет разработки в сфере точной генетики. Прибегая к новым технологиям, учеными меняется ДНК коровы, при этом устанавливается блокировка отрицательных показателей, улучшаются генетические, что в конечном результате приведет к уменьшению эпидемиологических заболеваний животных [6].

4. Спектрометр для кормов. Важным показателем, влияющим на себестоимость молочной продукции, являются корма. Для оперативного анализа качества кормов израильская компания SCIO спроектировала карманные спектрометры, которые определяют важные для кормов показатели: белок, энергетическую ценность, жиры, влажность и т.д. Спектрометром можно проверить корм в помещении для хранения кормов, ангаре, в поле, в силосной яме, что очень удобно [4].

5. Электричество из навоза. В настоящее время наметилось еще одно перспективное направление - перерабатывать навоз в биологический газ, решением этой проблемы занимаются ученые многих стран. Разработка американских ученых California Bioenergy анаэробным реактором расщепляет отходы животноводства на органические вещества и биогаз, которым заправляется автотранспорт. При применении этой технологии биогаз можно использовать для получения из него электричества для собственных нужд [3].

Заключение. При содержании сельскохозяйственных животных в стойловом периоде наблюдаются существенные отклонения параметров и газового состава воздуха от нормативных показателей. В связи с этим при проектировании животноводческих ферм рассматриваются не только теоретические и технические вопросы, но и учитываются экспериментальные данные.

Проведение научных исследований занимает немало времени. Для сокращения сроков проведения опытов можно создать искусственный климат, являющийся имитацией условий исследуемого сезона.

Модель искусственного климата можно создать в специальной установке, оборудованной климатической камерой, системами жизнеобеспечения животных и управления. Эта своего рода физическая модель животноводческого помещения служит для проведения исследований сельскохозяйственных животных в лабораторных условиях.

Список литературы.

1. Волков Г.К. Гигиена выращивания здорового молодняка / Г.К. Волков // Ветеринария. – 2003. - №1. - С.3-6.

2. *Кобозев В.И.* Зоогигиена с основами ветеринарии: Учебное пособие / *В.И. Кобозев, Л. Л Жук.* - Мн.: Ураджай, 2001. - 421 с.
3. *Кузнецов А.Ф.* Гигиена содержания животных: Справочник / *А.Ф. Кузнецов.* - СПб.: Издательство "Лань", 2003. - 640 с.
4. *Онегов А.П.* и др. Гигиена сельскохозяйственных животных / *А.П. Онегов.* и др. - М.: "Колос", 1977. - 400 с.
5. *Семенюта А.Т.* Гигиена содержания крупного рогатого скота / *А.Т. Семенюта.* - М., "Колос", 1972. - 490 с.
6. *Чикалев А.И.* Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов: Учебное пособие / *А.И. Чикалев.* - СПб.: Издательство "Лань", 2006. - 224 с.

References

1. Volkov G.K. Hygiene of healthy young growth. Veterinary Medicine, 2003, No. 1 pp. 3-6.
2. Kobozev V.I. Zoohygiene with the basics of veterinary medicine: Textbook / V.I. Kobozev, L. L Zhuk. Minsk: Urajay, 2001, 421 p.
3. Kuznetsov A.F. Hygiene of keeping animals: Handbook. SPb .: Publishing house "Lan", 2003, 640 p.
4. Onegov A.P. and others. Hygiene of farm animals and others M .: "Kolos", 1977, 400 p.
5. Semenyuta A.T. Hygiene of keeping cattle. M., "Kolos", 1972, 490 p.
6. Chikalev A.I. Zoohygiene with the basics of designing livestock facilities: Textbook, SPb .: Publishing house "Lan", 2006, 224 p.

Сведения об авторах

Лошкарев Степан Вячеславович – студент 2 курса направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия, профиль «Электрооборудование и электротехнологии в АПК», Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский район, п. Молодежный)

Кузнецов Борис Федорович – доктор технических наук, профессор кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89021723331, e-mail: kuznetsovbf@gmail.com)

Information about the authors

Loshkarev Stepan Vyacheslavovich - 2nd year student, direction of preparation 35.03.06 Agroengineering, profile «Electrical equipment and electrotechnology in the agro-industrial complex», Irkutsk State Agricultural University. A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny)

Kuznetsov Boris Fedorovich - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electrical Equipment and Physics and Power Engineering Faculty, Irkutsk State Agricultural University. A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89021723331, e-mail: kuznetsovbf@gmail.com)

УДК 621.311

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Миронов А.А., Иванов Д.А.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодёжный, Иркутский р-н, Иркутская обл., Россия

В большинстве случаев в Иркутской области электроснабжение потребителей электрической энергии осуществляется от централизованных электрических сетей. Это объясняется наличием большого количества генерирующих мощностей (гидравлические электрические станции) и низким тарифом за кВт·ч электрической энергии

В статье рассматривается электроснабжение средней общеобразовательной школы в селе Нижняя Иреть Черемховского района с использованием возобновляемых источников энергии в случаях, когда происходят повреждения на централизованных электрических сетях. Ветроэнергетическая установка школы работает совместно с централизованной системой электроснабжения и автоматизирована. В период времени аварийных и плановых отключений электроснабжения от централизованных электрических сетей школа (часть приёмников электрической энергии) получает энергию от ветрогенератора.

Ключевые слова: электроснабжение, потребитель электрической энергии, ветроэнергетическая установка.

ELECTRICITY SUPPLY TO CONSUMERS OF ELECTRIC ENERGY USING RENEWABLE ENERGY SOURCES

Mironof A.A., Ivanov D.A.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

In most cases, in the Irkutsk Region, electricity consumers are supplied from centralized power grids. This is due to the presence of a large number of generating capacities (hydraulic power plants) and a low tariff per kWh of electricity.

The article examines the power supply of a secondary school in the village of Nizhnyaya Iret, Cherekhovskiy district, using renewable energy sources in cases where damage occurs on centralized power grids. The school's wind turbine works in conjunction with a centralized power supply system and is automated. During the period of emergency and planned power outages from centralized electrical networks, the school (part of the receivers of electrical energy) receives energy from a wind generator.

Key words: power supply, electric energy consumer, wind power plant.

В настоящее время в России, и в мире в целом, растёт выработка электрической и тепловой энергии путем использования возобновляемых источников энергии – солнечной, ветровой, геотермальной, энергии малых рек, биомассы. Это связано с постоянным удорожанием и уменьшением традиционных энергоресурсов – нефти, газа, угля, ухудшением экологии, необходимостью надежного и эффективного энергоснабжения отдаленных, труднодоступных и специфических потребителей. Дополнительно с

электроснабжением децентрализованных районов решается вопрос резервного электроснабжения потребителей I и II категорий по надёжности электроснабжения [6, 9, 11].

Генерация электрической энергии традиционным способом на тепловых электрических станциях, основанная на органическом топливе, наносит ущерб окружающей среде, а в долгосрочной перспективе может привести к нежелательным глобальным изменениям климата. Чрезмерное потребление природных ресурсов в настоящее время стало реальной угрозой безопасности функционирования человеческого сообщества [4, 9].

Село Нижняя Иреть расположено в Черемховском районе Иркутской области, в 54 км от г. Черемхово, является административным центром Нижнеиретского муниципального образования. В селе проживает более 500 человек, имеется средняя общеобразовательная школа. Электроснабжение потребительских подстанций 10/0,4 кВ села Нижняя Иреть производится по линиям напряжением 10 кВ, которые физически устарели и требуют замены, в связи с чем происходят частые перебои в электроснабжении потребителей и восстановление нормального режима работы занимает длительное время. В системе электроснабжения села происходят частые аварийные отключения, связанные с физическим износом электрических сетей и оборудования трансформаторных подстанций.

Средняя общеобразовательная школа села относится ко II-й категории по надёжности электроснабжения. Соответственно данный потребитель электрической энергии должен иметь два независимых источника питания. Перерыв в электроснабжении допускается на время включения резервного источника питания оперативным путём. Но в реальности в настоящее время в селе Нижняя Иреть Черемховского района Иркутской области никакого резервирования электроснабжения не предусмотрено.

В научной статье предлагается рассмотреть резервное питание школы с помощью возобновляемых источников энергии [4, 6, 7, 10, 11]. Авторы в своих научных работах предлагают различные нетрадиционные и возобновляемые источники энергии для электроснабжения потребителей электрической энергии: фотоэлектрические преобразователи, ветроэнергетические и биоэнергетические установки, геотермальные электростанции, установки малой гидроэнергетики [1, 2, 3, 8, 9, 12].

Среднегодовая скорость ветра в Черемховском районе Иркутской области достигает значения 3 м/с. Ветроэнергетический потенциал определяется как полная энергия ветрового потока какой-либо местности на определенной высоте над поверхностью земли. Весной и осенью средняя скорость ветра достигает значения 8 м/с. Главное направление движения воздушных потоков северо-западное и северное. Поэтому перспективно рассмотреть возможность электроснабжения школы с применением ветроэнергетической установки.

На рисунке 1 приведена схема совместной работы централизованной

системы электроснабжения и ветроэнергетической установки школы. Работа гибридной системы электроснабжения автоматизирована. Когда происходит отключение электроснабжения от централизованных электрических сетей, устройство автоматического включения резерва (АВР) отключает школу (часть приёмников электрической энергии) от сетей, и подключает их к ветрогенератору через гибридный контроллер-инвертор.

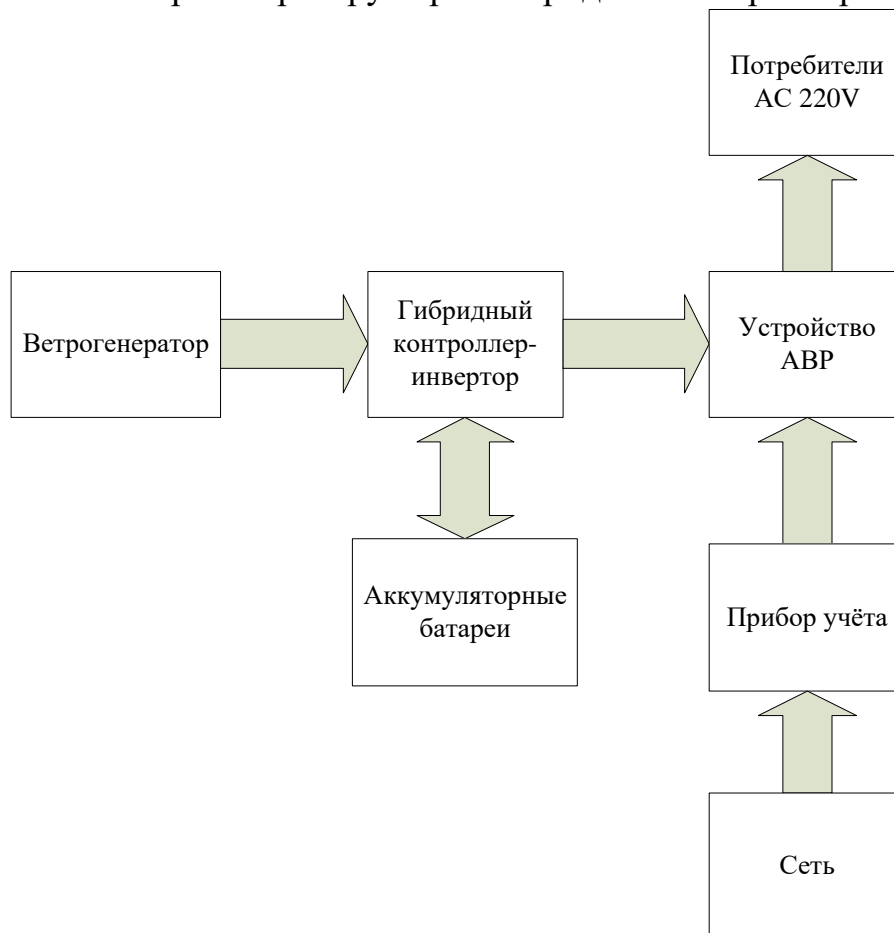


Рисунок 1 – Схема совместной работы централизованной системы электроснабжения и ветроэнергетической установки школы

Применяя ветроэнергетическую установку, возможно, осуществлять питание потребителя от энергии ветра, это будет являться резервным источником электроснабжения, что повысит надёжность электроснабжения. Расчётная мощность средней общеобразовательной школы в дневном режиме составляет 84,21 кВ·А. Но для питания наиболее ответственных приёмников электрической энергии в школе достаточно иметь 10 кВт установленной мощности (светодиодное освещение и оргтехника).

Мощность ветроэнергетических установок является одной из наиболее важных характеристик, определяющей надёжность системы электроснабжения. Мощность ветроэнергетической установки должна быть достаточной для питания электроприемников школы и зарядки аккумуляторов такой емкости, которой достаточно для питания электроприемников в штилевые дни.

Актуальные проблемы энергетики в АПК

Для резервного электроснабжения приёмников электрической энергии школы предлагается применять ветроэнергетической установку Antaris On-Grid 10 кВт с номинальной мощностью 10 кВт (технические характеристики приведены в таблице 1, схема установки – на рисунке 2) [5].

Таблица 1 – Технические характеристики ветроэнергетической установки Antaris On-Grid

Параметр	Antaris On-Grid 10 кВт
Генератор	3-фазный, ротор на постоянных магнитах, бесщеточный, безредукторный; чрезвычайно мощные постоянные магниты (NdFeBo, устойчивы к температурам до 150 °С); специальные подшипники, выдерживающие радиальные и осевые нагрузки
КПД, %	92
Номинальная мощность, Вт	10000
Максимальная мощность, Вт	12000
Номинальное напряжение, V DC	350–550
Диапазон выходного напряжения, V DC	0–1000
Частота вращения, об/мин	0–400
Рабочая частота вращения, об/мин	75–300
Стартовая скорость ветра, м/с	2,4
Максимальная рабочая скорость ветра, м/с	12
Скорость ветра срабатывания защиты, м/с	12
Предельно допустимая скорость ветра, м/с	Не более 55
Диапазон рабочих температур, °С	От –40 до +50
Диаметр лопастей, м / Ометаемая пл., м ²	6,5 (опц. 5,3) / 25,42 (опц. 20,19)
Лопастей	Три лопасти из стекловолокна, армированные углепластиком; аэродинамический профиль лопастей, разработанный с помощью компьютерной модели; загиб (winglets) на концах лопастей для минимизации шума; динамическая и статическая сбалансированность лопастей
Защита лопастей	От УФ-излучения, химического и температурного воздействия
Направление вращения лопастей	По часовой стрелке
Материал защитного кожуха ветротурбины	Оцинкованная сталь
Вес ветротурбины, кг	275
Защита от бурового потока воздуха	При штормовом ветре головная часть ветротурбины уходит вверх («положение вертолета»); электродинамический тормоз (опционально); аварийный включатель торможения; балластная нагрузка (резистор торможения)

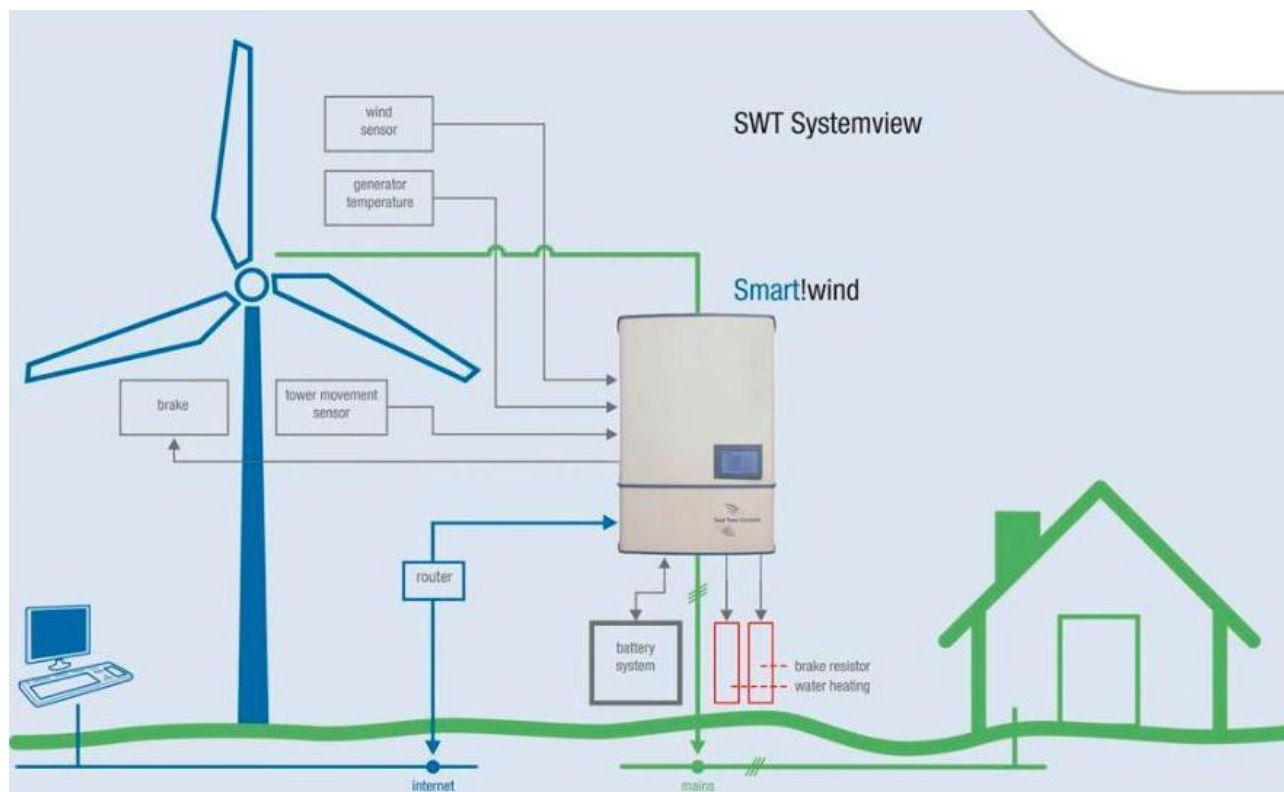


Рисунок 2 – Ветроэнергетическая установка Antaris On-Grid 10 кВт

Ветроэнергетические системы могут работать без централизованной электрической сети (Off-Grid) или с подключением к централизованной электрической сети (On-Grid).

В любой системе электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии должны быть следующие элементы: источник энергии (источник солнечной, ветровой, геотермальной, энергии малых рек, биомассы), аккумуляторные батареи, контроллер заряда батарей, инвертор, провода, выключатели, предохранители, контроллеры и дополнительные устройства защиты и автоматики.

Главным недостатком применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в Иркутской области в настоящее время остаётся высокая стоимость капитальных вложений в установки альтернативной электроэнергетики при сравнительно дешёвой электроэнергии поставляемой от централизованных электрических сетей.

Выводы. 1. При аварийных и плановых отключениях в централизованных электрических сетях, электроснабжение потребителя возможно реализовать с помощью возобновляемых источников энергии.

2. Для электроснабжения части приёмников электрической энергии в средней общеобразовательной школе села Нижняя Иреть Черемховского района Иркутской области предлагается использовать ветроэнергетическую установку Antaris On-Grid 10 кВт.

3. Для повышения эффективности работы в систему электроснабжения средней общеобразовательной школы необходимо добавить фотоэлектрический солнечный преобразователь для зарядки аккумуляторных батарей электростанции в солнечную погоду при отсутствии ветра. Гибридная ветро-солнечная система электроснабжения будет работать более эффективно и надёжность электроснабжения школы повысится.

Список литературы

1. *Бастрон А.В.* Ветроэнергетика Красноярского края / *А.В. Бастрон, В.А. Тремясов, Н.В. Цугленок. А.В.* - Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т. - 2015. - 252 с.
2. *Бастрон А.В.* Эффективное использование солнечной энергии в системах тепло- и электроснабжения сельских усадебных домов и ЛПХ / *А.В. Бастрон, Г.В. Гайдаш* // Вестник ИрГСХА. - 2015. - № 67. С. 92-100.
3. *Безруких П.П.* Использование энергии ветра. Техника, экономика, экология / *П.П. Безруких.* - М.: Колос, 2008. - 196 с.
4. *Беляев Л.С.* Энергетика XXI века: Условия развития, технологии, прогнозы / *Л.С. Беляев, А.В. Лагерева, В.В. Посекалин.* - Новосибирск: Наука. - 2004. - 386 с.
5. Ветроэнергетическая установка Antaris On-Grid 10 кВт / Бюро инженерных работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ups-online.ru/alternativnaya-energetika/vetroenergeticheskaya-ustanovka-antaris-on-grid-10/>. – 22.02.2021.
6. *Земсков В.И.* Нетрадиционные источники энергии в агропромышленном комплексе / *В.И. Земсков.* - Барнаул: Изд-во АГАУ. - 2007. - 279 с.
7. *Лабейш В.Г.* Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / *В.Г. Лабейш.* - СПб.: СЗТУ. - 2003. - 79 с.
8. *Матвеева А.А.* Исследование характеристик кремниевого фотоэлемента – солнечной батареи / *А.А. Матвеева, С.А. Янковский.* - Томск: Изд-во ТПУ. - 2011. - 11 с.
9. *Миронов А.А.* Электроснабжение индивидуального жилого дома при отсутствии централизованных электрических сетей / *А.А. Миронов, Д.А. Иванов* // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК. Материалы всероссийской научно-практической конференции. - Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ. - 2020. - С. 54-61.
10. *Сибикин Ю.Д.* Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: учеб. пособие / *Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин.* - М.: КНОРУС. - 2009. - 229 с.
11. *Сибикин Ю.Д.* Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учеб. пособие / *Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин.* - М.: КНОРУС. - 2010. - 228 с.
12. *Цугленок Н.В.* Рациональное сочетание традиционных и возобновляемых источников энергии в системе электроснабжения сельскохозяйственных потребителей / *Н.В. Цугленок, С.К. Шерьязов, А.В. Бастрон.* – Красноярск: КрасГАУ. - 2012. - 360 с.

References

1. Bastron A.V., Tremyasov N.V., Czuglenok A.V. Wind power industry of the Krasnoyarsk. Krasnoyarsk, 2015, 252 p.
2. Bastron A.V., Gajdash G.V. Efficient use of solar energy in heat and power supply systems of rural manor houses and residential buildings. Vestnik IrGSXA, 2015, no. 67, pp. 92-100.
3. Bezrukix P.P. Use of wind energy. Technology, Economics, ecology. Moscow, 2008, 196 p.

4. Belyaev L.S., Lagerev A.V., Posekalin V.V. Energy of the XXI century: development Conditions, technologies, forecasts. Novosibirsk, 2004, 386 p.
5. Antaris On-Grid Wind Power Plant 10 kW. Byuro inzhenernyh robot: URL: <https://www.ups-online.ru/alternativnaya-energetika/vetroenergeticheskaia-ustanovka-antaris-on-grid-10/>. 22.02.2021.
6. Zemskov V.I. Non-traditional energy sources in the agro-industrial complex. Barnaul, 2007, 279 p.
7. Labejsh V.G. Non-traditional and renewable energy sources. SPb, 2003, 79 p.
8. Matveeva A.A., Yankovskij S.A. Study of the characteristics of a silicon solar cell-solar battery. Tomsk, 2011, 11 p.
9. Mironov A.A., Ivanov D.A. Power supply of an individual residential building in the absence of centralized electric networks. Nauchnye issledovaniya studentov v reshenii aktual'nyh problem APK. Materialy vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Irkutsk, 2020, pp. 54-61.
10. Sibikin, Yu.D., Sibikin M. Yu. Non-traditional renewable energy sources: study guide. Moscow, 2009, 229 p.
11. Sibikin, Yu.D., Sibikin M. Yu. Non-traditional renewable energy sources: study guide. Moscow, 2010, 228 p.
12. Czuglenok N.V., Sher`yazov S.K., Bastron A.V. Rational combination of traditional and renewable energy sources in the power supply system for agricultural consumers. Krasnoyarsk, 2012, 360 p.

Сведения об авторах

Миронов Артем Анатольевич – студент 4 курса энергетического факультета, направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89501190150, e-mail: artiom.mir2017@gmail.com).

Иванов Дмитрий Александрович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры электроснабжения и электротехники энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89021776910, e-mail: ivanov-irk@yandex.ru).

Information about the authors

Mironof Artiom Anatolevich – 4st year student of the Faculty of Energy, areas of training 13.03.02 Power and Electrical Engineering, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, Molodezhny, tel. 89501190150, e-mail: artiom.mir2017@gmail.com).

Ivanov Dmitry Aleksandrovich – candidate of technical sciences, associate professor of the department of power supply and electrical engineering of power engineering faculty, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, Molodezhny, tel. 89021776910, e-mail: ivanov-irk@yandex.ru).

УДК 637.52:664.8.039.5

СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Салмонов С.Р., Алтухов И.В.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Обработка пищевых продуктов требует знания химии, микробиологии и физического состава пищевых продуктов. Ранние виды обработки пищевых продуктов включали приготовление, копчение, ферментацию и сушку. Эти методы были усовершенствованы, но используются по сегодняшний день. Были разработаны новые технологии, в том числе облучение, высокое давление, экструзия, и сублимационная сушка, которые привели к появлению новых продуктов и повышению безопасности и качества пищевых продуктов. Обеспечение населения нашей страны качественным и количественным продовольствием - важная составляющая всей нашей истории. В связи с увеличением численности населения нашей страны и увеличением потребления продовольствия проблема обеспечения продовольствием непосредственно принимает новые формы. Учитывая тот факт, что половина всех пищевых продуктов являются скоропортящимися, около 20% приходится на потери, связанные с неправильным хранением [2, 6]. В работе проанализированы способы переработки пищевых продуктов.

Ключевые слова: переработка, продуктов, технологии

METHODS OF PROCESSING FOOD PRODUCTS

Salmonov S. R

Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

Food processing requires knowledge of the chemistry, microbiology, and physical composition of food. Early types of food processing included cooking, smoking, fermentation, and drying. These methods have been improved, but are still used today. New technologies have been developed, including irradiation, high pressure, extrusion, and freeze-drying, which have led to new products and improved food safety and quality. Providing the population of our country with high-quality and quantitative food is an important component of our entire history. In connection with the increase in the population of our country and the increase in food consumption, the problem of food supply directly takes on new forms. Given the fact that half of all food products are perishable, about 20% is due to losses associated with improper storage [2, 6]. The paper analyzes the methods of food processing.

Key words: processing, products, technologies

Исследования технологии переработки сырья в нашей стране позволяют значительно оптимизировать энергопотребление и повысить качество стабильности хранения.

Консервными технологиями издавна считались засолка, маринование, засахаривание, эти методы позволяли сохранить продукт, но только не в первоначальных органолептических показателях. Обработка продуктов путем удаления влаги испарением на открытом воздухе и с использованием

вакуума не изменилась, а органолептические свойства продуктов не отличаются от традиционно потребляемых пищевых продуктов, что позволило продлить срок хранения. Современный способ хранения при низких температурах (сублимация) - это холодильная технология, при которой происходит интенсивное и равномерное охлаждение пищевых продуктов. Условия хранения на примере плодов приведены в таблице 1 [3, 5].

Таблица 1– Хранения плодов в холодильной камере

Продукция	Температура хранения, °С	Относительная влажность воздуха, %
Свекла	0...+1	90-95
Лук	+2...+8	70-80
Морковь	0...+1	90-97
Картофель	+2...+4	85-96
Капуста	0...+1	85-90

Правильно подобранная технология переработки пищевых продуктов является ключом к поддержанию качества без добавления химических консервантов.

Основным методом технологического процесса производства пищевых продуктов является термическая обработка продуктов, которая осуществляется путем погружения в жидкую среду, с помощью смеси воздуха и пара с водой, инфракрасным облучением [1, 4] и контактным нагревом. Однако это часто приводит к потере питательных веществ в продуктах. Наши исследования показали, что концентрация питательных веществ оставалась на высоком уровне во время инфракрасной обработки, а срок хранения образцов значительно увеличивался [7].

Проверка качества продукции на соответствие качественным и количественным характеристикам устанавливается требованием по ГОСТу Р54762.

В настоящее время для производства свежей продукции без термической обработки и без химических добавок может быть достигнуто за счет обработки под высоким давлением (High Pressure Processing). Технология НРР отвечает самым высоким стандартам качества, как для производителей так и для потребителей отличные органолептические свойства и длительный срок хранения. Основные преимущества НРР показаны на рисунке 1.

При обработке НРР клетки микроорганизмов разрушаются без применения нагрева, при этом цвет, внешний вид, витамины и вкусовые качества не изменяются. Наибольшей популярностью у населения пользуются овощи и фрукты, мясопродукты, морепродукты и молочные продукты, обработанные под высоким давлением.



Рисунок 1 – Преимущества обработки продуктов с помощью НРР

Таким образом, с изменением состава пищевых продуктов, структуры производства и принципов традиционного способа переработки сельскохозяйственного сырья и с увеличением срока хранения скоропортящихся продуктов происходит модернизация и стандартизация критериев оценки. Развитие высокоэффективных технологий переработки пищевых продуктов привело к созданию правильного хранения продуктов, что сокращает потери и отходы, а также рост объемов продуктов питания. Технологии переработки нового высококачественного сырья должны стать конкурентоспособными на международном рынке. Это позволит нам изменить экспортную ситуацию в аграрном секторе, а также повысить эффективность общих и комплексных изменений сырьевого фактора в развитии нашей страны.

Список литературы

1. Алтухов И. В. Влияние способа получения порошка из моркови на качественные показатели морковного печенья / И.В. Алтухов, В.Д. Очиров, С.М. Быкова, Н.И. Чепелев // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 12 (165). – С. 232-237.
2. Алтухов И.В. Технология получения концентрированных сахаросодержащих продуктов с использованием импульсной инфракрасной обработки и сушки корнеклубнеплодов: монография. /И.В. Алтухов, Н.В. Цугленок. – Иркутск, 2018. – 155 с.
3. Амлеева, А. Ю. Технологии переработки и хранения овощей для получения новых видов продуктов питания функционального назначения / А. Ю. Амлеева, В. Н. Макаров, А. Ф. Бухаров // Достижения науки и техники АПК. - 2009. - № 4. - С. 68-69.
4. Очиров В. Д. Обработка сельскохозяйственного сырья инфракрасным нагревом / В.Д. Очиров, И.В. Алтухов, В.А. Федотов, О.Н. Цыдыпова // Актуальные проблемы энергетики: материалы VII международной научно-практической конференции; под редакцией Трушкина В.А. (Саратовский ГАУ, 18 апреля 2016 г.) – Саратов: Издательство ООО «Центр социальных

агроинно-вадий СГАУ», 2016. – С. 175-177.

5. Поповский В.Г. Сублимационная сушка пищевых продуктов растительного происхождения. - М.: Пищевая промышленность, 1975. - 336 с.

6. Резго Г. Я. Внедрение инновационных технологий хранения как путь решения проблемы обеспечения продовольственной безопасности / Г. Я. Резго, М. А. Николаева // Пищевая промышленность. - 2010. - № 4. - С. 35-37.

7. Салмонов С. Р. Влияние параметров нарезки на время сушки моркови / С.Р. Салмонов, И.В. Алтухов // Тезисы доклада на конференции. – Иркутск, 2020. – С. 130-131.

References

1. Altukhov IV Influence of the method of obtaining powder from carrots on the quality indicators of carrot cookies. Bulletin of KrasGAU, 2020, No. 12 (165), pp. 232-237.

2. Altukhov I.V. Technology of obtaining concentrated sugar-containing products using pulsed infrared processing and drying of root and tuber crops: monograph. Irkutsk, 2018, 155 p.

3. Ampleeva, A. Yu. Technologies for processing and storing vegetables for obtaining new types of food for functional purposes / A. Yu. Ampleeva, V. N. Makarov, AF Bukharov // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex, 2009, No. 4, pp. 68-69.

4. Ochirov VD Processing of agricultural raw materials by infrared heating.. Actual problems of energy: materials of the VII international scientific-practical conference; edited by V.A. Trushkin (Saratov State Agrarian University, April 18, 2016) Saratov: Publishing house of LLC "Center for Social Agroinvestments of SSAU", 2016, pp. 175-177.

5. Popovsky V.G. Freeze drying of food products of plant origin. М.: Food industry, 1975. 336 p.

6. Rezgo G. Ya. Implementation of innovative storage technologies as a way to solve the problem of ensuring food security. Food industry. 2010, No. 4, pp. 35-37.

7. Salmonov SR Influence of cutting parameters on the time of drying carrots / SR. Salmonov, I.V. Altukhov // Abstracts of the report at the conference, Irkutsk, 2020, pp. 130-131.

Сведения об авторах

Салмонов Саъдуллохон Рахматуллоевич - студент 3 курса энергетического факультета, направления подготовки теплоэнергетика и теплотехника, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный).

Алтухов Игорь Вячеславович – доктор технических наук, профессор кафедры энергообеспечения и теплотехники агрохимии, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89500505500, e-mail: altukhigor@yandex.ru).

Information about the authors

Salmanov Sadullokhon Rakhmatullaevich – 3rd year student of the faculty of energy, direction of training of heat power Engineering and heat engineering, Irkutsk state agricultural University named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Molodezhny).

Altukhov Igor V. – doctor of technical sciences, Professor, department of thermal energy and agricultural chemistry, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Molodezhny, tel.89500505500, e-mail: altukhigor@yandex.ru).

УДК 621.365.46

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ИК-УСТАНОВКИ ДЛЯ СУШКИ ПИЩЕВОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

¹Хазагаев О.С., ²Шелкунов А.В., ¹Очиров В.Д.

¹Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

²Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Иркутская обл., Россия

В статье рассмотрен процесс тепловой обработки пищевого растительного сырья в системе «ИК-излучатель – материал». На основе изучения трудов ученых в области теплообмена излучением Блох А.Г., Зигель Р., Кутателадзе С.С., Спэрроу Е.М., Сесс Р.Д., Хауэлл Дж. и др. в работе представлен тепловой расчет установки для сушки пищевого растительного сырья инфракрасным излучением (ИК). Установка разработана и изготовлена на кафедре энергообеспечения и теплотехники Иркутского ГАУ. При расчетах ИК-излучатели заменены условной серой поверхностью, что намного упрощает получение результатов и дает надежные сведения о величине плотности теплового потока.

Ключевые слова: тепловой расчет, инфракрасное излучение, сушка, тепловая обработка, пищевое растительное сырье.

CALCULATION OF THE PARAMETERS OF THE IR UNIT FOR DRYING FOOD PLANT RAW MATERIALS

¹Khazagaev O.S., ²Shelkunov A.V., ¹Ochirov V.D.

¹Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

²Irkutsk National Research Technical University
Irkutsk, Irkutsk region, Russia

The article discusses the process of heat treatment of edible plant materials in the «IR-emitter – material» system. Based on the study of the works of scientists in the field of heat transfer by radiation, Blokh A.G., Siegel R., Kutateladze S.S., Sparrow E.M., Sess R.D., Howell J. and others, the thermal calculation of the installation is presented in the work for drying food plant materials by infrared radiation (IR). The unit was designed and manufactured at the Department of Power Supply and Heat Engineering of the Irkutsk State Agrarian University. In the calculations, the infrared emitters are replaced by a conventional gray surface, which greatly simplifies the obtaining of results and gives reliable information about the magnitude of the heat flux density.

Key words: heat calculation, infrared radiation, drying, heat treatment, edible vegetable raw materials.

Реализация программы инновационного развития сельскохозяйственного производства предполагает создание технических средств и технологий, отвечающих современным требованиям [2, 3, 6-8, 11, 12, 16-18, 20].

Основные требования, предъявляемые к терморadiационным сушильным установкам – обеспечение равномерности сушки и получение

продуктов высокой пищевой ценности во всем объеме сушильной камеры при высоких технико-экономических показателях (минимальные удельные затраты тепловой и электрической энергии; удобство эксплуатации, текущего ремонта и т.п.). Равномерность сушки является одним из основных факторов, характеризующих сушильную установку как объект автоматического регулирования [7].

Для расчета расхода теплоты в сушильной установке необходимо составить тепловой баланс сушильной камеры. Уравнение теплового баланса записывается в следующем виде

$$Q_{\text{изл}} = Q_{\text{мат}} + Q_{\text{сет}} + Q_{\text{огр}} + Q_{\text{возд}},$$

где $Q_{\text{изл}}$ – тепловой поток, излучаемый ИК-излучателями; $Q_{\text{мат}}$ – тепловой поток, поглощаемый материалом; $Q_{\text{сет}}$ – тепловой поток, поглощаемый пищевой сеткой; $Q_{\text{огр}}$ – тепловой поток, поглощаемый окружающими поверхностями; $Q_{\text{возд}}$ – тепловой поток, поглощаемый воздухом.

Рассмотрим теплообмен излучением в ИК-установке, разработанной и смонтированной на кафедре энергообеспечения и теплотехники (рис. 1, а).

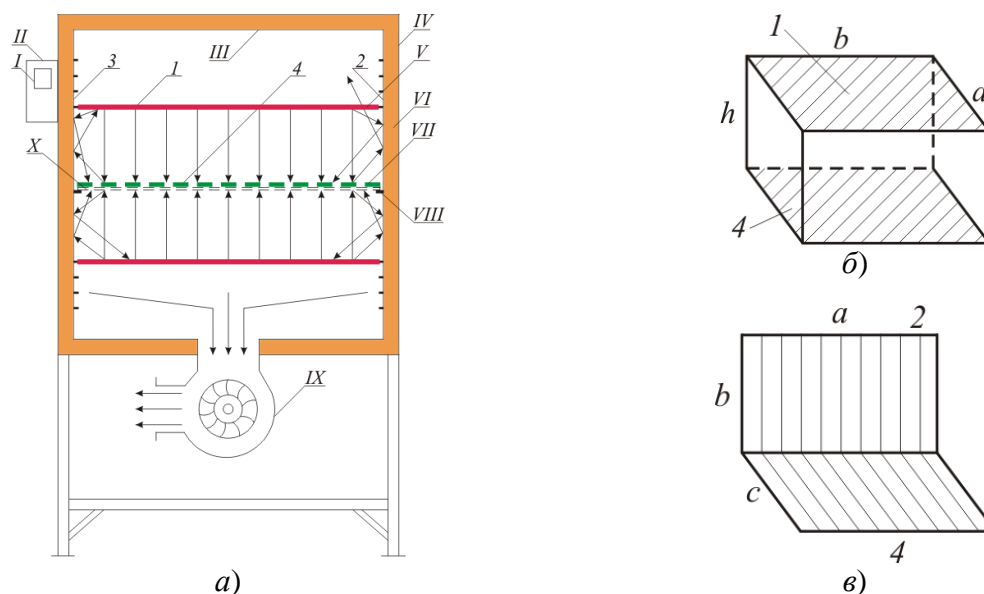


Рисунок 1 – Технологическая схема ИК-установки а (I – одноканальный программный ПИД-регулятор; II – пульт управления; III – отражатель; IV – корпус установки; V – ИК-излучатель; VI – тепловая изоляция; VII – высушиваемое сырье; VIII – крепление для установки пищевой сетки; IX – вентилятор; X – пищевая сетка), расчетная схема для поверхностей 1 и 4 б) и расчетная схема для поверхностей 2 и 4 в)

Примем сушильную камеру ИК-установки, как замкнутую систему, состоящую из серых параллельных и взаимноперпендикулярных поверхностей. Такой подход позволяет решить задачу сравнительно просто обычными методами баланса лучистых потоков, что нашло свое применение во многих работах, посвященных тепловому расчету установок

для сушки пищевых продуктов, в частности, данный подход использован в работах проф. Буляндра А.Ф. и его учеников. В работе [14] произведен тепловой расчет установки для сушки сухарей из пшеничной обойной муки ИК-излучением, который принят за основу в данной работе.

В процессе ИК-нагрева количество теплоты $dQ_{\text{мат}}$, подводимое материалу, расходуется на прогрев материала, испарение влаги, нагрев пищевой сетки и на потери в окружающую среду за счет конвективного и лучистого теплообмена.

Количество теплоты $dQ_{\text{мат}}$ равно сумме тепловых потоков, испускаемых ИК-излучателями и стенками ограждений рабочей камеры сушильной установки (рисунок):

$$Q_{\text{мат}} = Q_{14} + Q_{24} + Q_{34} + Q_{54} + Q_{64} = Q_{14} + 4Q_{24},$$

где Q_{14} , Q_{24} , Q_{34} , Q_{54} , Q_{64} – результирующие потоки соответственно между поверхностями 1 и 4, 2 и 4, 3 и 4, 5 и 4, 6 и 4; $Q_{24} = Q_{34} = Q_{54} = Q_{64}$; здесь 5 – внутренняя задняя стенка сушильной установки; 6 – внутренняя передняя стенка сушильной установки (дверца).

Результирующие тепловые потоки между поверхностями 1 и 4, 2 и 4 определяются следующим образом:

$$Q_{14} = \varepsilon_{\text{пр}14} c_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_4}{100} \right)^4 \right] F_1 \varphi_{14} k,$$
$$Q_{24} = \varepsilon_{\text{пр}24} c_0 \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_4}{100} \right)^4 \right] F_2 \varphi_{24} k.$$

где $\varepsilon_{\text{пр}14}$ и $\varepsilon_{\text{пр}24}$ – приведенные коэффициенты теплового излучения между поверхностями 1 и 4, 2 и 4; $c_0 = 5,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ – коэффициент лучеиспускания абсолютно черного тела; F_1 и F_2 – площади поверхности тел с температурами T_1 и T_2 ; φ_{14} и φ_{24} – средние угловые коэффициенты лучеиспускания; k – коэффициент заполнения пищевой сетки, $k = 0,9$.

Угловые коэффициенты φ_{14} и φ_{24} являются геометрическими характеристиками системы, которые зависят от формы и взаимного расположения тел, находящихся в теплообмене излучением друг с другом. Для простых случаев теплообмена можно воспользоваться имеющимися решениями, которые представлены в виде соответствующих формул и расчетных графиков в [4, 13]. В нашем случае заменим ИК-излучатели условной серой поверхностью, что намного упрощает расчеты и дает надежные сведения о величине плотности теплового потока.

Теплообмен излучением между излучателями 1 и сырьем 4 можно рассматривать, как теплообмен между двумя одинаковыми прямоугольниками, расположенными в параллельных плоскостях друг против друга (рис. 1, б), тогда угловые коэффициенты рассчитываются по формуле [10, 13, 19]:

$$\varphi_{14} = \frac{2}{\pi} \left[\frac{1}{a} \sqrt{a^2 + h^2} \operatorname{arctg} \frac{b}{\sqrt{a^2 + h^2}} + \frac{1}{b} \sqrt{b^2 + h^2} \operatorname{arctg} \frac{a}{\sqrt{b^2 + h^2}} - \frac{h}{a} \operatorname{arctg} \left(\frac{b}{h} \right) - \frac{h}{b} \operatorname{arctg} \left(\frac{a}{h} \right) + \frac{h^2}{2ab} \ln \frac{(a^2 + h^2)(b^2 + h^2)}{(a^2 + b^2 + h^2)h^2} \right],$$

где a и b – стороны прямоугольника, м; h – расстояние между прямоугольниками, м. В нашем случае $a = 1$ м, $b = 1$ м и $h = 0,25$ м. Тогда $\varphi_{14} = 0,976$.

Приведенный коэффициент теплового излучения системы тел 1 и 4:

$$\varepsilon_{\text{пр}14} = \left[\left(\frac{1}{\varepsilon_1} - 1 \right) \varphi_{14} + \left(\frac{1}{\varepsilon_4} - 1 \right) \varphi_{41} + 1 \right]^{-1}.$$

Выберем нихромовую проволоку со степенью черноты $\varepsilon_1 = 0,85$ [5]. Примем среднее значение степени черноты для продуктов растительного происхождения $\varepsilon_4 = 0,8$ [17]. Из свойства взаимности угловых коэффициентов получаем $\varphi_{14} = \varphi_{41}$. Тогда $\varepsilon_{\text{пр}14} = 0,7$.

Плоскости 2 и 4 являются взаимно перпендикулярными прямоугольниками, имеющими общую сторону (рис. 1, в). Для них по [10, 13, 19]:

$$\varphi_{24} = \frac{1}{\pi} \left[\operatorname{arctg} \frac{a}{b} + \frac{c}{b} \operatorname{arctg} \frac{a}{c} - \sqrt{\left(\frac{c}{b} \right)^2 + 1} \cdot \operatorname{arctg} \frac{a}{\sqrt{b^2 + c^2}} + \frac{c^2}{4ab} \ln \frac{(a^2 + b^2 + c^2)c^2}{(a^2 + c^2)(b^2 + c^2)} + \frac{b}{4a} \ln \frac{(a^2 + b^2 + c^2)b^2}{(a^2 + c^2)(b^2 + c^2)} + \frac{a}{4b} \ln \frac{(a^2 + b^2 + c^2)a^2}{(a^2 + b^2)(a^2 + c^2)} \right],$$

где a , b и c – стороны прямоугольников, м. В нашем случае $a = 1$ м, $c = 1$ м и $b = 0,25$ м. Тогда $\varphi_{24} = 0,356$; $\varphi_{42} = \frac{F_2}{F_4} \cdot \varphi_{24} = \frac{0,25}{1} \cdot 0,356 = 0,089$.

Для ограждения внутри сушильной камеры, выполненного из листового алюминия, $\varepsilon_2 = 0,05$ [5, 13], тогда $\varepsilon_{\text{пр}24} = 0,13$.

Облученность сырья в сушильной установке определяется по формуле:

$$E = \frac{Q_{\text{мат}}}{F_4 d\tau}.$$

Внутренние поверхности стенок установки находятся в теплообмене с облучаемым сырьем и ИК-излучателями. От ИК-излучателей на поверхности падает тепловой поток, часть которого поглощается, а большая часть отражается и падает на облучаемое сырье и поглощается им. Высокая отражаемость стенок установки связана с тем, что материал стенок изготовлен из полированного алюминия. Для расчета окружающих поверхностей стенок необходимо найти только тепловую энергию, поглощенную стенками установки $Q_{\text{пов}}$.

В связи с тем, что по условию поверхности стенок имеют равные размеры, то можно определить тепловой поток поглощенный одной стенкой корпуса установки и умножить полученное значение на количество стенок. Тепловой поток, поглощенный одной стенкой установки:

$$Q_{12} = \varepsilon_{\text{пр}12} c_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] F_1 \varphi_{12},$$

здесь $\varphi_{12} = \varphi_{42} = 0,089$; $\varphi_{21} = \varphi_{24} = 0,356$, тогда $\varepsilon_{\text{пр}12} = 0,129$.

Потери теплоты в окружающую среду через ограждения сушильной установки может составлять 10-20% от количества теплоты, расходуемой на испарение влаги из материала [18]. Допустимые тепловые потери через стенки ИК-установки при наличии тепловой изоляции определяются из соблюдения санитарных условий труда. Температура наружных стен ограждения терморрадиационных сушилок не должна превышать 30-40 °С [6]. Чтобы достичь таких значений, необходимо использовать при обшивке боковых стен сушильных установок изоляционные материалы, имеющие низкий коэффициент теплопроводности. Кроме того, материалы должны сохранять продолжительное время свои теплоизоляционные свойства, при воздействии высоких температур не деформироваться, не вызывать коррозию металла и др.

Толщина многослойной стенки (внутренний лист ограждения, тепловая изоляция, облицовочный лист) определяется по общепринятым формулам из книг по теплопередаче [1, 9, 15].

Тепловой поток, поглощенный пищевой сеткой:

$$Q_{\text{сет}} = c_{\text{сет}} m_{\text{сет}} (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}),$$

где $c_{\text{сет}}$ – удельная теплоемкость пищевой сетки из стали, Дж/(кг·К); $m_{\text{сет}}$ – масса пищевой сетки, используемой в одну секунду, кг/с; $t_{\text{к}}$, $t_{\text{н}}$ – начальная и конечная температура пищевой сетки, °С.

Тепловой поток, поглощаемый и уносимый вентиляционным воздухом, рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{возд}} = c_p \frac{U}{d_2 - d_1} (t_2 - t_1) G,$$

где c_p – удельная изобарная теплоемкость воздуха, $c_p = 1$ кДж/(кг·°С); G – секундная производительность сушильной установки, $G = 0,02$ кг/с; d_1 , d_2 – влагосодержание воздуха в сушильной камере и окружающей среде, кг/кг.

Применив вышеприведенную методику можно получить результаты общего расхода теплоты в сушильной установке.

Список литературы

1. Авчухов В.В. Задачник по процессам тепломассообмена / В.В. Авчухов, Б.Я Паюсте. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 144 с.
2. Алтухов И.В. Влияние импульсного ИК-излучения на семена пшеницы / И.В. Алтухов, В.А. Федотов // Вестник ИрГСХА. – 2012. – № 50. – С. 123-129.

3. Алтухов И.В. Методы, способы и технические средства для обработки и сушки томатов / И.В. Алтухов, С.М. Быкова // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2019. – № 30. – С. 5-13.
4. Блох А.Г. Основы теплообмена излучением / А.Г. Блох; под ред. докт. техн. наук, проф. А.М. Гурвича. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1962. – 332 с.
5. Борхерт Р. Техника инфракрасного нагрева / Р. Борхерт, В. Юбиц; пер. с нем.; под ред. И. Б. Левитина. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 278 с.
6. Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности / А.С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 407 с.
7. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов / А.С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 527 с.
8. Исаев А.В. Разработка установки для посева семян с предварительной обработкой в СВЧ-поле / А.В. Исаев, А.В. Бастрон // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 9 (108). – С. 155-158.
9. Исаченко В.П. Теплопередача: учебник для вузов / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.
10. Зигель Р. Теплообмен излучением / Р. Зигель, Дж. Хауэлл; пер. с англ.; под ред. д-ра техн. наук Б.А. Хрусталева. – М.: Мир, 1975. – 934 с.
11. Кудряшев Г.С. Влияния несинусоидальности на работу электрооборудования предприятия агропромышленного комплекса / Г.С. Кудряшев, А.Н. Третьяков, Х. Рахмет, С.В. Батищев // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы VII международной научно-практической конференции (Саратовский ГАУ, 18 апреля 2016 г.); под общей редакцией Трушкина В.А. – Саратов: Издательство ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2016. – С. 108-111.
12. Кудряшев Г.С. Инновации при снижении энергоемкости на предприятиях АПК на примере СХ ОАО «Белореченское» / Г.С. Кудряшев, А.Н. Третьяков, О.Н. Шпак, П.Н. Билдагаров // Инновации в сельском хозяйстве. – 2015. – № 2 (12). – С. 92-95.
13. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: справочное пособие / С.С. Кутателадзе. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 367 с.
14. Ле Чан Бинь Особенности процесса сушки связнодисперсных пищевых продуктов при терморрадиационном энергоподводе: дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / Ле Чан Бинь. – Киев: КТИПП, 1984. – 210 с.
15. Михеев М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева. – 2-е изд., стереотип. – М.: Энергия, 1977. – 344 с.
16. Поляков Г.Н. Оценка качества семян с помощью комплексного показателя / Г.Н. Поляков, С.Н. Шуханов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 5 (61). – С. 60-62.
17. Рогов И.А. Физические методы обработки пищевых продуктов / И.А. Рогов, А.В. Горбатов. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 584 с.
18. Сушка пищевых растительных материалов / Г.К. Филоненко, М.А. Гришин, Я.М. Гольденберг, В.К. Коссек. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 439 с.
19. Спэрроу Е.М. Теплообмен излучением / Е.М. Спэрроу, Р.Д. Сесс; пер. с англ. С.З. Сориц и Л. М. Сорокопуда; под ред. А. Г. Блоха. – Ленинград: Энергия. Ленингр. отд-ние, 1971. – 294 с.
20. Шуханов С.Н. Устройство порционного типа для метания зерна / С.Н. Шуханов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 6. – С. 9-10.

References

1. Avchuhov V.V., Pajuste B.Ya Problem book on heat and mass transfer processes. M.: Energoatomizdat, 1986, 144 p.
2. Altukhov I.V., Fedotov V.A. Influence of pulsed infrared radiation on wheat seed. Bulletin of IrGSHA, 2012, no. 50. pp. 123-129.
3. Altukhov I.V., Bykova S.M. Methods, methods and technical means for processing. Topical issues of agricultural science, 2019, no. 30, pp. 5-13.
4. Blokh A.G. Basics of heat exchange by radiation. M.L.: Gosenergoizdat, 1962, 332 p.
5. Borkhert R., Yubits V. Technique of infrared heating. M.-L.: Gosenergoizdat, 1963, 278 p.
6. Ginzburg A.S. Infrared technology in the food industry. M.: Food industry, 1966, 407 p.
7. Ginzburg A.S. Fundamentals of theory and technology of food drying. M.: Food industry, 1973, 527 p.
8. Isaev A.V., Bastron A.V. Development of an installation for sowing seeds with preliminary treatment in a microwave field. Bulletin of KrasGAU, 2015, no. 9 (108), pp. 155-158.
9. Isachenko V.P., Osipova V.A., Sukomel A.S. Heat transfer: textbook for universities. M.: Energoizdat, 1981. 416 p.
10. Siegel R., Howell J. Heat exchange by radiation. M.: Mir, 1975, 934 p.
11. Kudryashev G.S., Tretyakov A.N., Rakhmet H., Batishchev S.V. Influence of non-sinusoidality on the operation of electrical equipment of an agro-industrial complex. Actual problems of the agro-industrial complex energy. Saratov: Publishing house LLC Center for Social Agro innovations SSAU, 2016, pp. 108-111.
12. Kudryashev G.S., Tretyakov A.N., Shpak O.N., Bildagarov P.N. Innovations while reducing energy consumption at agricultural enterprises on the example of agricultural enterprises of JSC «Belorechenskoye». Innovations in agriculture. 2015 no 2 (12), pp. 92-95.
13. Kutateladze S.S. Heat transfer and hydrodynamic resistance: a reference guide, M.: Energoatomizdat, 1990, 367 p.
14. Le Chang Binh Features of the process of drying cohesive dispersed food products with thermo-radiation energy supply: diss. cand. tech. sciences. Kiev: KTIPP, 1984, 210 p.
15. Mikheev M.A., Mikheeva I.M. Basics of heat transfer. M.: Energiya, 1977, 344 p.
16. Polyakov G.N., Shukhanov S.N. Evaluation of the quality of seeds using a complex indicator. Bulletin of the Orenburg State Agrarian University, 2016, no. 5 (61), pp. 60-62.
17. Rogov I.A., Gorbatov A.V. Physical methods of food processing. M.: Food industry, 1974, 584 p.
18. Drying food plant materials / G.K. Filonenko, M.A. Grishin, Ya.M. Goldenberg, V.K. Kossek. M.: Food industry, 1971, 439 p.
19. Sparrow E.M., Sess R.D. Heat exchange by radiation. Leningrad: Energy. Leningrad department, 1971, 294 p.
20. Shukhanov S.N. Portion-type device for throwing grain. Mechanization and electrification of agriculture. 2010 no 6. pp. 9-10.

Сведения об авторах

Хазагаев Олег Станиславович – студент второго курса энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. тел. 89501205411, e-mail: ochirov@igsha.ru).

Шелкунов Александр Валерьевич – студент второго Иркутский ГАУ курса института энергетики Иркутский ГАУ (664074, Россия, Иркутская область, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, тел. 89501205411, e-mail: ochirov@igsha.ru).

Очиров Вадим Дансарунович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой энергообеспечения и теплотехники Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89501205411, e-mail: ochirov@igsha.ru).

Information about the authors

Khazagaev Oleg Stanislavovich – second year student of the energy faculty, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 89501205411, e-mail: ochirov@igsha.ru).

Shelkunov Alexander Valeryevich – second year student of the Institute of Energy, Irkutsk SAU (664074, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk, Lermontov Street, 83, tel. 89501205411, e-mail: ochirov@igsha.ru).

Ochirov Vadim Dansarunovich – candidate of technical sciences, assistant professor, head of the department of power supply and heating engineers, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 89501205411, e-mail: ochirov@igsha.ru).

УДК 681.51; 636.03; 621.316

АНАЛИЗ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ МИНИ-ПТИЦЕФАБРИКИ ПЕРЕПЕЛОВ

Чурин А. В., Клибанова Ю. Ю.,

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

На сегодняшний день, птицеводство считается одной из наиболее хорошо развитых отраслей животноводства. Температурные показатели, влажность, консистенция и скорость движения воздушных масс оказывают значительное воздействие на развитие, состояние и продуктивность птицы. Поэтому разработка автоматизированных технологий, направленных на регулирование оптимальных параметров микроклимата в птичниках, принимает первостепенное значение в сельскохозяйственном производстве. Усовершенствованные системы вентиляции позволили содержать птицу в закрытых помещениях в регионах с резкими перепадами температур. В данной статье представлены полезные качества перепелов, особенности их содержания и разведения. Рассмотрены оптимальные параметры микроклимата в помещении птицефабрики перепелов. Проанализированы системы вентиляции, используемые на птицефабриках. Предложена оптимальная система вентиляции для мини-птицефабрики перепелов, расположенная на территории Иркутской области.

Ключевые слова: птицеводство, перепелиные фабрики, микроклимат, системы вентиляции

ANALYSIS OF VENTILATION SYSTEMS FOR MINI-POULTRY FACTORY OF QUAILS

Yu.Yu. Klibanova., A. V. Churin

Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,
p. Molodezhny, Irkutsk district, Russia

Today, the poultry industry is considered one of the most well-developed livestock industries. Temperature indicators, humidity, consistency and speed of movement of air masses have a significant impact on the development, condition and productivity of poultry. Therefore, the development of automated technologies aimed at regulating optimal microclimate parameters in poultry houses is of paramount importance in agricultural production. Improved ventilation systems have allowed poultry to be kept indoors in regions with sharp temperature changes. This article presents the useful qualities of quails, the features of their maintenance and breeding. The optimal parameters of the microclimate in the premises of the quail poultry farm are considered. The ventilation systems used in poultry farms have been analyzed. An optimal ventilation system for a quail mini-poultry farm located in the Irkutsk region has been proposed.

Key words: poultry farming, quail factories, microclimate, ventilation systems

Введение. Создание оптимальных параметров микроклимата в птичниках является одним из важных условий реализации продуктивности птицы, а также минимизации удельных затрат материально-технических ресурсов [1]. Содержание вредных газов в воздухе птичника оказывает существенное влияние не только на производительность птицы, но и на здоровье персонала, работающего на фабрике, а также на загрязнение

окружающей среды [6, 11, 13]. Поэтому большое значение для современных птицефабрик принимают разработки методик и технологических мероприятий, направленных на снижение содержания вредных факторов. Существует ряд мероприятий, направленных на улучшение микроклиматических условий внутри помещения. К ним относятся вентиляция, обогрев и освещение [1, 8]. Современные тенденции направлены на автоматизацию этих параметров с использованием технологий искусственного интеллекта [2, 3, 4, 5, 7].

Вентиляционные системы позволяют регулировать температурный режим, влажность и загрязнение воздуха до предельных значений. Необходимое вентилирование зависит от времени суток, сезона, влажностных и температурных параметров, ветра, возраста птицы, плотности яиц и других факторов. Вентилирование воздушных масс позволяет вводить кислород, необходимый для поддержания жизни птицы и удалять вредные газы, пыль, нежелательные запахи.

В последнее время в птицеводстве популярно разведение перепелов. Это связано в первую очередь с тем, что перепела устойчивы к различным инфекционным заболеваниям и их не нужно вакцинировать, следовательно их продукция экологически чистая. Кроме того, перепелиные яйца являются гипоаллергенным продуктом, обладающим тонизирующими свойствами и содержащее большое количество белка. По питательным свойствам перепелиные яйца полезнее, чем куриные, так как в них не содержится холестерин [9, 10]. Перепела относятся к подсемейству куропатковых. У этих птиц высокая яйценоскость до 300 яиц в год и более, при этом общая масса яиц в 20 раз превышает вес перепелки. Вылупление птенцов происходит на шестнадцатый день. Они достаточно жизнестойкие, их не нужно пропаивать антибиотиками, их выживаемость достигает 95-98%. Одним из главных достоинств перепелок является их скорое созревание, они начинают нестись очень рано через 35-40 дней после вылупления [9].

Существует несколько пород перепелов. Японский и Английский белый – это птицы с самой большой яйценоскостью – до 320 яиц в год. Фараон и Техасский - это породы мясные, и их вес может достигать до 350 г. Также есть породы мясо-яичного направления – Эстонский, Смокингский, Маньчжуйский [9].

В данной публикации проводится анализ вентиляционных систем для мини-птицефабрики перепелов, расположенной на территории Иркутской области. Площадь проектируемой птицефабрики 84,9 м². Предлагается установить клеточные батареи «Унивен», разработанные немецкой фирмой «Биг Дачмен». Модель клетки UV 600, глубина 600 мм, ширина 603 мм, высота 445 мм. При посадке 9 голов в клетку плотность посадки составит 402 см²/гол, фронт кормления 6,7 см/гол при нормативе 6 см/гол, фронт

поения 4 ниппеля на две клетки. Клетки предлагается установить в 3 яруса, 38 батарей в 2 ряда. Суммарное количество птиц равно 2052.

Параметры микроклимата в помещении птицефабрики перепелов. Помещение, в котором устанавливаются клетки для перепелов, должно быть теплым, сухим, с хорошей вентиляцией, обеспечивающей поступление свежего воздуха в расчете на 1 кг живой массы: 1,5 м³/ч в холодное время года и 5 м³/ч в теплое время. В таблице 1 приведены температурные режимы в помещении для содержания перепелов в разном возрасте [6, 12].

Таблица 1 – Температурный режим для перепелов

Возраст птицы, дней	Температура в помещении, С°
1-5	24-26
6-12	22-23
13-20	21-22
21-30	20-21
31-63	16-22

Исходя из таблицы 1, наиболее оптимальная температура для несушек от 16 до 22 С°.

В составе воздуха птицефабрики перепелов обнаруживается появление аммиака сероводорода и углекислоты. Если содержание вредных газов в воздухе превышает предельно допустимые нормы, то наблюдается раздражение слизистой оболочки верхних дыхательных путей птиц и снижение её устойчивости к патогенным микроорганизмам [6, 11, 13]. В таблице 2 представлены допустимые значения концентрации химического состава воздуха в птичнике.

Таблица 2 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных газов, микроорганизмов и пыли в воздухе птичника

Газ	Химическая формула	ПДК
Углекислота	CO ₂	0,25%
Аммиак	NH ₃	15 мг/м ³
Сероводород	H ₂ S	5 мг/м ³
Пыль	Органическая, неорганическая	5–6 мг/м ³
Микроорганизмы	Разнообразные	100 с. микробных тел/м ³

Анализ систем вентиляции. Система вентиляции птичника должна обеспечивать возобновление, быть непрерывной, без сквозняков, не оставлять застой воздуха, способствовать поддержанию температуры и

влажности помещения в заданных пределах. В помещении, где необходимо вентилирование, следует учитывать физическое обоснование процесса вентиляции: 1) теплый воздух поднимается вверх, а более холодный воздух (более тяжелый), опускается вниз, 2) теплый воздух содержит больше влаги, чем холодный, поэтому при повышении температуры воздуха на каждые 10 °С его водоудерживающая способность удваивается.

Естественная вентиляция предполагает расположение вытяжной трубы в потолке птичника, так чтобы её концы были ниже уровня потолка примерно на 5 – 10 см. Также рядом фиксируется приточная труба, чтобы её конец не доходил до уровня пола на 20 см. Обе трубы должны иметь задвижки, при помощи которых регулируется насыщение воздухообмена.

В жаркий сезонный период необходимо использовать принудительную вентиляцию, так как естественная вытяжка не справляется. Для принудительной приточно-вытяжной вентиляции птичника используют вентиляторы, устанавливаемые в оконные створки. Кроме того, необходимо размещать внутри птицефабрики вентиляторы, с регулируемой интенсивностью оборотов, для обдува клеточных батарей.

В помещениях используют разные виды вентиляции. Рассмотрим каждый из них.

К самому распространённому виду вентиляции в помещениях птицефабрик относится так называемая классическая система вентиляции. В данном виде вентиляции используются вытяжные оконные вентиляторы, встроенные в стенные проёмы по всей длине птичника в нужном количестве. Также используются приточные крышные вентиляторы или приточные утеплённые шахты. Для равномерного рассеивания воздушных масс рекомендуется использовать конусообразные рассекатели потока. Такой вид вентиляции позволяет значительно сэкономить расходы на отопление в холодное время года, что для нашего региона является первостепенным. В качестве приточных вентиляторов применяются осевые вентиляторы серии ВКО производительностью до 18000 м³/ч воздуха и приточные шахты различного размера (таблица 3). В комплекте имеется рассекатель потока воздуха и гравитационные жалюзи У вентиляторов установлены обратные клапана, чтобы уменьшить тепловые потери при выключенном оборудовании. Для вытяжки используются осевые вентиляторы ВО-5,6 (ВО-Ф-5,6), ВО-7,1 (ВО-Ф-7,1) или ВО-8,0 производительностью 8000, 11000 и 20000 м³/ч воздуха соответственно. На вентиляторах используются электродвигатели с повышенным скольжением и степенью защиты IP55.

Тоннельная вентиляция регулирует скорость движения воздуха в помещении, в результате чего воздух не застаивается, а постоянно движется. Вытяжные вентиляторы устанавливаются между рядами клеточных батарей птичника в необходимом количестве. Приток осуществляется через приточные «форточки», устанавливающиеся в

противоположном конце здания. Для тоннельной системы вентиляции рекомендуется использовать вентиляторы высокой производительности ВО-8,0 (20000 м³/ч), ВО-12,0 (40000 м³/ч) и ВО-14,0 (60000 м³/ч) (таблица 3). Преимуществом данного вида вентиляции с предложенным оборудованием является низкое суммарное энергопотребление.

Смешанная система вентиляции распространена на птицефабриках, расположенных в регионах с резкими перепадами температур в течение года, а также в помещениях высокой плотностью посадки птицы. Приток воздуха осуществляется через крышу, где устанавливаются крышные вентиляторы, а также через приточные клапана, устанавливаемые в торце здания. Вытяжные вентиляторы устанавливаются в торце здания противоположном месту установки приточных форточек. В качестве приточных вентиляторов применяются осевые вентиляторы серии ВКО производительностью до 18000 м³/ч воздуха и приточные шахты различного размера. Для вытяжки используются осевые вентиляторы ВО-5,6 (ВО-Ф-5,6), ВО-7,1 (ВО-Ф-7,1) или ВО-8,0 (таблица 3). На вентиляторах используются электродвигатели с повышенным скольжением и степенью защиты IP55. В паре с вентиляторами высокой производительности ВО-12,0 или ВО-14,0 устанавливаются обратные приточные клапана КПП соответствующего размера.

Таблица 3 – Технические характеристики осевых вентиляторов

Тип	Подача воздуха, м ³ /ч	Напряжение питания, В	Частота вращения об/мин	Мощ. Двигат., кВт	Уровень шума, дБ	Класс защита	Масса, кг
ВО-7,1	11000	3ф380	1000	0,37	77	IP55	36,0
ВО-8,0	20000	3ф380	1000	0,75	70	IP55	46
ВО-6,3	28000	3ф380	950	3	75	IP55	105
Ванвент	2840	3ф380	1330	0,1	56	IP55	4
YWF4S-350-BR	2670	1ф220	1380	0,1	58	IP55	5.4
VENTS-OB-4E-630-910	12400	3ф380	1360	0.9	79	IP55	22,6
YWF4S-550BF	7500	1Ф220	1320	0.55	73	IP55	5
AZD-910A-G0301	15550	3ф380	1000	0.4	70	IP55	20.6

Управление оборудованием, которое обеспечивает оптимальные параметры микроклимата в птичнике, осуществляется с помощью автоматической станции с частотным либо тиристорным регулированием скорости вращения вентиляторов.

Заключение. Учитывая, что в Иркутской области большие перепады суточных и сезонных температур, а также высокая плотность посадки

перепелов, предлагается смешенная система вентиляции с применением осевых вентиляторов. Такая система препятствует проникновению холодного воздуха при отключенных вентиляторах. Приток воздуха осуществляется непосредственно через пассивные оконные или стеновые приточные устройства, благодаря чему значительно снижаются затраты на электроэнергию по сравнению с механическим типом вентиляции.

При низких температурах воздуха имеется функция точного регулирования, что дает возможность равномерно распределить воздух по всей площади помещения.

Недостатком смешанного типа является частая проверка работоспособности вентиляторов и их замена.

Список литературы

1. *Боннет Я.В.* Оценка эффективности использования асинхронных двигателей в системах вентиляции птичников / *Я.В. Боннет, А.Ю. Прудников* // «Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК» – Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ, - 2019 - С. – 14-20

2. *Клибанова Ю. Ю.* Проекты и разработки в области цифрового сельского хозяйства, реализуемые на энергетическом факультете Иркутского ГАУ / *Ю. Ю. Клибанова, Б. Ф. Кузнецов* // Актуальные вопросы аграрной науки. Изд-во Иркутского ГАУ,- 2019. №.31 - С. 56-63

3. *Клибанова Ю.Ю.* Разработка автоматизированной системы диагностики микроклимата в животноводческих комплексах / *Ю.Ю. Клибанова, И.Е. Гамаюнов* // Материалы II-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса», посвященной памяти Александра Александровича Ежевского – Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ, - 2020 - С. - 170 – 177

4. *Клибанова Ю.Ю., Кузнецов Б.Ф.* Технологии искусственного интеллекта на службе сельского хозяйства / *Ю.Ю. Клибанова, Б.Ф. Кузнецов* // Материалы международной научно-практической конференции «Цифровые технологии и системы в сельском хозяйстве» – Молодежный: Изд-во Иркутского ГАУ, – 2019 – С. – 62–67.

5. *Лошкарев С.В.* Интеллектуальная система контроля микроклимата теплицы / *С.В. Лошкарев, Б.Ф. Кузнецов, Ю.Ю. Клибанова* // «Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК» – Молодежный: Изд-во Иркутского ГАУ, – 2020 – С. – 48–54.

6. *Перепёлкин Н. В.* Гигиена на птицефабрике: важно все / *Н.В. Перепёлкин* // Животноводство России. Спецвыпуск. – 2015..№54. – С. 37-39.

7. *Поляков Г.Н.* Состояние и тенденции технического обеспечения АПК Иркутской области. Известия международной академии аграрного образования / *Г.Н.Поляков, С.Н. Шуханов* // Изд-во: Санкт-Петербургское региональное отделение Международной общественной организации "Международная академия аграрного образования" (Санкт-Петербург), –2019. No45. –С. 52-57.

8. *Тунханеева А.Г.* Рекуперативная система вентилирования как способ энергосбережения / *А.Г. Тунханеева, А.Ю. Логинов, А.Ю. Прудников* // «Научные исследования и разработки к внедрению в АПК» – Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ, - 2020 - С. - 350-356

9. *Харчук Ю.И.* Разведение и содержание перепелов / *Ю.И. Харчук.* — Ростов н/Д: Феникс. – 2005. — 96 с.

10. Arthur J. Chapter 2 - Quail Eggs / J. Arthur, M. Bejaei // Egg Innovations and Strategies for Improvements. 2017, pp. 13-21. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800879-9.00002-0>
11. Fernanda, C. S., Gas emission in the poultry production / C. S. Fernanda, F. F. T Iida, N. S. Jagir, F. J. F. Baptista // Journal of Animal Behaviour and Biometeorology. 2017. 5(2). pp. 49-55. <https://doi:10.14269/2318-1265/jabb.v5n2p49-55>
12. Kic, P., Hubený, M., Ledvinka, Z., Tumová, E., Campos, C.G. & Martínez, C.T. Control of indoor environment in housing of laying hens / P. Kic, M. Hubený, Z. Ledvinka, E. Tumová, C.G. Campos, C.T. Martínez // In: Trends in Agricultural Engineering/ 2007. CULS. – P. 212–214.
13. Naseem, S. Ammonia production in poultry houses can affect health of humans, birds, and the environment-techniques for its reduction during poultry production / S. Naseem, A. J. King // Environ Sci. Pollut. Res. Int. 2018. 25(16). pp.15269-15293. <https://doi:10.1007/s11356-018-2018-y>

References

1. Bonnet YA.V. Ocenka effektivnosti ispol'zovaniya asinhronnyh dvigatelej v sistemah ventilyacii ptichnikov. «Nauchnye issledovaniya studentov v reshenii aktual'nyh problem APK» Molodezhnyj: Izd-vo Irkutskij GAU, 2019, pp. 14-20
2. Klibanova Yu. Yu. Proekty` i razrabotki v oblasti cifrovogo sel`skogo xozyajstva, realizuemy`e na e`nergeticheskom fakul'tete Irkutskogo GAU. Aktual'ny`e voprosy` agrarnoj nauki. Izd-vo Irkutskogo GAU, 2019, no.31, pp. 56-63
3. Klibanova Yu.Yu. Razrabotka avtomatizirovannoj sistemy` diagnostiki mikroklimata v zhivotnovodcheskix kompleksax Materialy` II-j Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodny`m uchastiem «Problemy` i perspektivy` ustojchivogo razvitiya agropromy`shlennogo kompleksa», posvyashhennoj pamyati Aleksandra Aleksandrovicha Ezhevskogo Molodezhny`j: Izd-vo Irkutskij GAU, 2020, pp. 170 – 177
4. Klibanova Yu.Yu., Kuznecov B.F. Texnologii iskusstvennogo intellekta na sluzhbe sel`skogo xozyajstva. Materialy` mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Cifrovye` texnologii i sistemy` v sel'skom xozyajstve» Molodezhny`j: Izd-vo Irkutskogo GAU, 2019, pp. 62–67.
5. Loshkarev S.V. Intellektual'naya sistema kontrolya mikroklimata teplicy. «Nauchny`e issledovaniya studentov v reshenii aktual'ny`x problem APK» Molodezhny`j: Izd-vo Irkutskogo GAU, 2020, pp. 48–54.
6. Perepyolkin N. V. Gigiena na pticefabrike: vazhno vse. Zhivotnovodstvo Rossii. Speczvy`pusk, 2015, no 54, pp. 37-39.
7. Polyakov G.N. Sostoyanie i tendencii texnicheskogo obespecheniya APK Irkutskoj oblasti. Izvestiya mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. Izd-vo: Sankt-Peterburgskoe regional'noe otdelenie Mezhdunarodnoj obshhestvennoj organizacii "Mezhdunarodnaya akademiya agrarnogo obrazovaniya" (Sankt-Peterburg), 2019, no 45, pp. 52-57.
8. Tunhaneeva A.G. Rekuperativnaya sistema ventilirovaniya kak sposob energosberezheniya. «Nauchnye issledovaniya i razrabotki k vnedreniyu v APK» Molodezhnyj: Izd-vo Irkutskij GAU, 2020, pp. 350-35
9. Xarchuk Yu.I. Razvedenie i sodержanie perezpelov. Rostov n/D: Feniks. 2005, 96 p

Сведения об авторах

Клибанова Юлия Юрьевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры Электрооборудования и физики энергетического факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., пос. Молодежный, тел. 89086473947, e-mail: malozemova81@mail.ru)

Чурин Александр Васильевич -студент 4 курса энергетического факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., пос. Молодежный, тел. 89025602765, e-mail: acurin341@gmail.com)

Information about the authors

Klibanova Yulia Yu. – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent of the Department of Electrical Systems and Physics. Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk District, Irkutsk Region, Russia, 664038, tel. 89086473947, e-mail: malozemova81@mail.ru)

Churin Alexander Vasilievich – 4rd year student of the Faculty of Energy. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk District, Irkutsk Region, Russia, 664038, tel. 89025602765, e-mail: acurin341@gmail.com)

СОДЕРЖАНИЕ

Инженерно-техническое обеспечение технологических процессов в АПК

КОНСТРУКЦИЯ БИОГАЗОВОГО РЕАКТОРА Андреев А.Е.....	3
ВОДОПОДЪЕМНИКИ С ПРИВОДОМ ОТ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ Брохоцкая Е.М., Пальвинский В.В., Ильин С.Н.	11
ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА НА СТАНЦИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ Э.В. Гусейнов, М.С. Боярский, М.В. Чубарева	20
ОБЗОР И АНАЛИЗ СИСТЕМ ЗАЖИГАНИЯ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ Егоров И.Б., Шуханов С.Н.	25
ФОРСИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ПОМОЩЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ НАПОЛНЕНИЯ ЦИЛИНДРОВ ГОРЮЧЕЙ СМЕСЬЮ Егоров И.Б., Шуханов С.Н.	33
АНАЛИЗ МОЕЧНЫХ УСТАНОВОК ДЕТАЛЕЙ КУЗОВА АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ Егоров И.Б., Коваливнич В.Д.	41
МЕХАНИЗМ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КОРОННОГО РАЗРЯДА И ПРОЦЕСС ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОВОДОВ ЗАЖИГАНИЯ Егоров И.Б., Коваливнич В.Д.	47
ОБЗОР И КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ЛАЗЕРОМ Канарик С.Н., Крук Д.В., Агафонов С.В.	52
ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЙ РЕМОНТ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ КАРТЕРА АВТОМОБИЛЕЙ С ДВС 3S-FE Кулдошев А.И., Шистеев А.В.	58
ПОСТРОЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭКОНОМИКИ, ЭКОЛОГИИ И ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ Кущева А.А., Ситникова Д.Ю., Елтошкина Е.В.	65
МОДЕРНИЗАЦИЯ СТЕНДА ПО ОБКАТКЕ ДВИГАТЕЛЯ Манухин К.А., Аносова А.И.	70
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЯХ Моисеев А.В., Сухаева А.Р.	75
ИССЛЕДОВАНИЕ ПСИХИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ: УТОМЛЕНИЯ, ПРЕСЫЩЕНИЯ, СТРЕССА СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Пасынкова А.Е., Рык М.М., Чубарева М.В.	81
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ДЕТАЛЕЙ МАШИНПермякова Т.А., Павлова М.А., Бураева Г.М.	88

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ-НАСОС ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ФЕРМ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА Рык М.М., Пальвинский В.В., Ильин С.Н.	92
СПОСОБЫ УБОРКИ РАПСА В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ Савченко С.А., Поляков Г.Н., Савченко И.А.	99
ДИСЦИПЛИНА НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА В ПОДГОТОВКЕ АГРОИНЖЕНЕРОВ Селиванова М. А., Аносова А.И., Косарева А.В. ...	105
АНАЛИЗ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ Степанов Н.Н., Бричагина А.А., Степанов Н.В.	110
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ В УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЯХ Степанов Н.Н., Шелкунова Н.О.	118
РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ОБКАТКИ И ПРОВЕРКИ КОРОБКИ ПЕРЕМЕНЫ ПЕРЕДАЧ НА САМОВЫКЛЮЧЕНИЕ Харитонов Е.С., Поляков Г.Н.	124
АНАЛИЗ ВИДОВ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ АВТОМОБИЛЕЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ УЛУЧШЕНИЯ Харитонов Е.С., Хороших О.Н.	131
АНАЛИЗ РАБОТЫ ЗУБА ЗУБОВОЙ БОРОНЫ Циклер М.В., Поляков Г.Н., Косарева А.В.	139
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ РАЗРАБОТОК В ОБЛАСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ Цэдашиев Ц.В., Шарыпов А.В., Цэдашиев Ц.В.	145

Актуальные проблемы энергетики в АПК

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ ЛИСТА РАСТЕНИЯ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНОМ РАДИАЦИОННОМ БАЛАНСЕ Бураева Н. Н., Кузнецов Б. Ф., Клибанова Ю. Ю.	154
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В СЕЛЬСКОМ ДОМЕ Гамаюнов И.Е., Сукьясов С.В.	161
ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ОСВЕЩЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЯ СВЕТОДИОДНЫМИ СВЕТИЛЬНИКАМИ Головков И.В., Иванов Д.А.	166
СОЗДАНИЕ МИКРОКЛИМАТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ Лошкарев С.В., Кузнецов Б.Ф.	174
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ Миронов А.А., Иванов Д.А.	180

СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ Салмонов С.Р., Алтухов И.В.	187
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ИК-УСТАНОВКИ ДЛЯ СУШКИ ПИЩЕВОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ¹ Хазагаев О.С., ² Шелкунов А.В., ¹ Очиров В.Д.	191
АНАЛИЗ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ МИНИ-ПТИЦЕФАБРИКИ ПЕРЕПЕЛОВ Чурин А. В., Клибанова Ю. Ю.,	199