

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
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
(5-6 марта 2020 года)
ТОМ III

УДК 001:63

ББК 40

Н 347

«Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК»
Материалы всероссийской научно-практической конференции. Иркутская обл. Иркутский р-н, п. Молодежный: Изд-во Иркутского ГАУ, 2019. – Т. III, С. 275.

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:

Вашукевич Ю.Е. - ректор Иркутского ГАУ,
Иванько Я.М. - проректор по научной работе Иркутского ГАУ,
Иляшевич Д.И. - председатель совета молодых ученых и студентов Иркутского ГАУ,
Шеметова И.С. - начальник отдела подготовки кадров высшей квалификации 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.

© Коллектив авторов, 2020

© Издательство, Иркутский ГАУ, 2020

УДК 664.8.047.3

УДК 664.834.2

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА ЧИПСОВ

¹Блохнин М.А., ²Шелкунов А.В., ¹Очиров В.Д.

¹Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
пос. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

²Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Иркутская область, Россия

В работе проведен анализ существующих методов и способов производства чипсов из сырья растительного и животного происхождения. Фруктовые и овощные чипсы в настоящее время получили большую популярность благодаря высокой концентрации питательных веществ, которая значительно повышает калорийность, биологическую полноценность и усвояемость продукта. Пониженная влажность обеспечивает им хорошую сохранность концентратов длительное время. Для тепловой обработки сырья при получении чипсов применяют радиационно-конвективную сушку, комбинированную вакуумную сушку, вакуумно-инфракрасную сушку, конвективно-СВЧ-сушку, сублимационную сушку.

Ключевые слова: фрукты, овощи, плоды, тепловая обработка, концентрат, чипсы.

ANALYSIS OF MODERN CHIP PRODUCTION METHODS AND METHODS

¹Blokhnin M.A., ²Shelkunov A.V., ¹Ochirov V.D.

¹Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

²Irkutsk National Research Technical University
Irkutsk, Irkutsk region, Russia

The paper analyzes existing methods and methods of production of chips from raw materials of plant and animal origin. Fruit and vegetable chips are now very popular due to the high concentration of nutrients, which significantly increases the caloric content, biological usefulness and digestibility of the product. Low humidity provides them with good preservation of concentrates for a long time. For the heat treatment of raw materials in the production of chips, radiation-convective drying, combined vacuum drying, vacuum-infrared drying, convective-microwave drying, and freeze drying are used.

Key words: fruits, vegetables, fruits, heat treatment, concentrate, chips.

Полноценное качественное питание является одним из главных факторов здорового образа жизни современного человека, живущего в интенсивном ритме жизни.

О важности питания и о роли работников агропромышленного комплекса (АПК) в производстве экологически чистых продуктов питания неоднократно высказывался министр сельскохозяйственного и тракторного машиностроения СССР А.А. Ежевский: «Какую бы должность не занимал человек, будь он хоть министром или простым рабочим, но он должен 3 - 4 раза в день сесть за стол для приема пищи».

Для производства продуктов высокой пищевой ценности широкое применение получили процессы сушки пищевого сырья. Это обусловлено тем, что свежесобранные плоды и овощи с высоким содержанием влаги очень нестойки при длительном хранении. Удаление влаги из них путем тепловой обработки и сушки до влажности 10-12% позволит сохранять их более длительное время, не требуя при этом особых условий хранения.

Сушеные продукты содержат питательные вещества в наиболее концентрированном виде. Слово «концентрат» в переводе с латинского языка означает сосредоточение. Пищевые концентраты обладают следующими особенностями. Пониженная влажность обеспечивает им хорошую сохранность концентратов длительное время. Высокая концентрация питательных веществ значительно повышает калорийность, биологическую полноценность и усвояемость концентратов. Освобожденные от значительной части влаги они имеют малый объем и массу, что делает их транспортабельными. Приготовление блюд из пищевых концентратов отличается быстротой и простотой [20].

Благодаря перечисленным свойствам высококонцентрированные пищевые продукты в настоящее время получили большую популярность в виде фруктовых и плодоовощных чипсов.

Согласно расширенной классификации многокомпонентных функциональных снеков в соответствии с их основными характеристиками, предложенной Зотовой Л.В., чипсы из фруктов и овощей относятся к натуральным снекам [7]. Под снеком понимаются продукты питания из нескольких видов биологически ценного сырья длительного хранения, в индивидуальной упаковке небольшой массы, готовые к немедленному употреблению и предотвращающие дефицит ценных питательных веществ, сохраняя и улучшая здоровье человека при системном употреблении.

По утверждению специалистов по несладким снекам исторически считается, что чипсы это самый древний вид снеков и впервые были получены в середине XIX века в американском городе Саратога, и далее получили широкое распространение, а в нашей стране чипсы появились только в 60-х годах прошлого века. Однако этим фактам есть противоречия, так например, в работе [2] говорится, что уже в IX-XIV вв. производство мясных снеков было традиционным занятием бурят. Причем технология применяемая бурятами в тот период времени была такой, что до настоящего времени неизвестна на современном Западе и в XXI веке.

С использованием рецептов традиционных бурятских мясных снеков и применением современных технологий сублимационной сушки сотрудниками ВСГУТУ и НОУ Центр «Знание холода» была разработана технология получения национального мясного продукта «Бурдуун». Полученный продукт с эластичной консистенцией и легкой хрупкостью обладает концентрированным мясным продуктом. Органолептические исследования показали, что полученный продукт «Бурдуун» принципиально

отличается по вкусовым показателям от вяленого мяса и может храниться 2 года [2].

В представлении современного потребителя под словом «чипсы» понимают тонкие хрустящие ломтики картофеля, реже других овощей и плодов, обжаренных в масле. Данный способ приготовления чипсов имеет существенный недостаток – при непродолжительном хранении обжаренных чипсов в них происходят окисление и гидратация жиров, изменяющие вкус продукта [11].

Разработка технологий получения чипсов из растительного и животного пищевого сырья без применения обжаривания в масле явилось объектом исследования многих авторов (таблица). Сырьем для чипсов могут служить различные фрукты, овощи и плоды. Способы тепловой обработки, применяемые для производства чипсов также различны: радиационно-конвективная сушка, комбинированная вакуумная сушка, вакуумно-инфракрасная сушка, конвективно-СВЧ-сушка, сублимационная сушка и др.

Список работ, представленный в таблице 1, говорит о том, что в настоящее время разработка и получение пищевых продуктов типа «чипсы» является актуальным направлением исследований для пищевой промышленности и АПК. Особо стоит отметить, что большой объем работ в области исследований по производству фруктовых и плодоовощных чипсов проведен в Воронежском государственном университете инженерных технологий [4, 5, 9, 10, 12-14, 16, 18].

Популярным сырьем для производства чипсов являются морковь и яблоко, о чем свидетельствуют работы [6, 9-12, 19, 22]. В Иркутской области морковь столовая, занимающая одно из первых мест по питательной ценности среди корнеплодов, успешно возделывается, и при этом природно-климатические условия области позволяют получать высокую урожайность данной культуры [3].

Анализ работ показал, что при получении чипсов эффективно применение комбинации различных способов тепловой энергии, что позволяет значительно уменьшить длительность процесса сушки, увеличить интенсивность удаления влаги и повысить качество готового продукта. При производстве чипсов необходимо соблюдать технологические параметры с использованием мягких температурных режимов и интенсивностью влагоудаления для сохранения ценных термолабильных веществ.

Основоположником исследований в области тепловой обработки растительного сырья путем применения электроэнергии является акад. ВАСХНИЛ М.Г. Евреинов. Предложенное и разработанное им большое количество оптимальных решений специальных видов применения электроэнергии в сельском хозяйстве было развито и внедрено в производство многочисленными его учениками. Перспективы развития электро технологии указывают на широкое применение установок, работающих на принципе применения электроэнергии, превращенной в энергию ИК-излучения, для обработки и сушки растительного сырья. Работы

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

последнего времени по эффективному применению ИК-нагрева в технологии тепловой обработки и сушки растительного сырья показывают, что в этом направлении ведутся активные исследования (табл.).

Таблица 1 – Краткий список работ, посвященных разработке и получению чипсов из пищевого сырья

Авторы	Пищевой продукт	Методы и способы тепловой обработки	Источник
Остриков А.Н., Желтоухова Е.Ю.	Груша	Комбинированная радиационно-конвективная сушка	[5, 14, 18]
Зорин А.С., Родионов Ю.В.	Морковь	Комбинированная вакуумно-импульсная сушка с использованием технологии теплоаккумулирования	[6]
Королев А.А., Пенто В.Б.	Морковь	Гидротермообработка и конвективно-микроволновая сушка	[11]
Яшонков А.А., Курдогло М.Э.	Морковь	Предварительное порообразование + вакуумная сушка	[22]
Битуева Э.Б., Дондокова С.А., Антипов А.В.	Мясо КРС	Сублимационная сушка	[2]
Иванов И.В., Гуринович Г.В.	Мясо птицы	Вакуумная ИК-сушка	[8]
Остриков А.Н., Желтоухова Е.Ю.	Персик	Комбинированная радиационно-конвективная сушка	[5]
Королев А.А., Пенто В.Б.	Свекла	Гидротермообработка и конвективно-микроволновая сушка	[11]
Магомедов Г.О., Магомедов М.Г., Пушкар В.В., Астреидина В.В.	Свекла	Обработка острым паром при давлении 0,8-0,9 МПа в течение 60-90 с. Сушка при температуре 180-200 °С до массовой доли влаги 4-5%	[13, 16]
Терский А.С., Терская Н.А.	Корень сельдерея	Сушка горячим воздухом	[17]
Остриков А.Н., Желтоухова Е.Ю.	Тыква	Комбинированная радиационно-конвективная сушка	[5]
Зорин А.С., Родионов Ю.В.	Тыква	Комбинированная вакуумно-импульсная сушка с использованием технологии теплоаккумулирования	[6]
Остриков А.Н., Желтоухова Е.Ю.	Хурма	Комбинированная радиационно-конвективная сушка	[4, 5]
Зорин А.С., Родионов Ю.В.	Яблоко	Комбинированная вакуумно-импульсная сушка с использованием технологии теплоаккумулирования	[6]
Королев А.А., Пенто В.Б.	Яблоко	Гидротермообработка и конвективно-микроволновая сушка	[11]
Калашников Г.В., Литвинов Е.В.	Яблоко	Комбинированная конвективно-СВЧ-сушка	[9, 10, 12]
Степаненко И.А., Щеглов Н.Г.	Яблоко	Сублимационная сушка	[19]

Нами разработан способ приготовления чипсов из моркови с использованием ИК-обработки и сушки. На данный способ подана заявка для получения патента на изобретение. Технологическая схема производства чипсов из моркови представлена на рисунке. Сушка моркови реализуется на ИК-установке [1, 15, 21] и ИК-сушильном шкафу «Универсал-СД-4». Для исследований в Иркутском ГАУ в 2019 году приобретены два сушильных шкафа данного типа.



Рисунок 1 – Схема приготовления чипсов из корнеплодов моркови

Разрезание корнеплодов моркови происходит посредством автоматического слайсера на ломтики различной толщины, обогащение его столовой солью путем перемешивания в количестве около одной столовой ложки соли на 5 кг моркови.

По результатам исследований установлено, что полученные морковные чипсы обладают высокой пищевой ценностью. При продолжительном хранении в полиэтиленовой пленке с чипсами не происходит существенных изменений по цвету, запаху и вкусу.

Список литературы

1. Алтухов И.В. Влияние импульсной инфракрасной сушки на сохранность активнорействующих веществ / И.В. Алтухов, Н.В. Цугленок, В.Д. Очиров // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – №1(17). – С. 7-10.
2. Битуева Э.Б. Мясные сэндвичи – национальный продукт россиян / Э.Б. Битуева, С.А. Дондокова, А.В. Антипов // Мясные технологии. – 2011. – №4. – С. 26-28.
3. Бояркин Е.В. Изучение перспективных сортов столовой моркови в условиях Иркутской области / Е.В. Бояркин, И.Н. Абрамова // Вестник ИрГСХА. – 2015. – №67. – С. 13-17.
4. Желтоухова Е.Ю. Исследование влияния радиационно-конвективной сушки на технологические свойства чипсов из хурмы / Е.Ю. Желтоухова // Вестник ВГУИТ. – 2012. – №1. – С. 13-15.
5. Желтоухова Е.Ю. Научное обеспечение процесса комбинированной радиационно-конвективной сушки фруктовых и овощных чипсов при импульсном энергоподводе: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / Желтоухова Екатерина Юрьевна. – Воронеж: ВГУИТ, 2013. – 20 с.
6. Зорин А.С. Совершенствование технологии и технических средств комбинированной вакуумной сушки растительного сырья для производства чипсов: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Зорин Александр Сергеевич. – Мичуринск-научноград РФ, 2019. – 16 с.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

7. *Зотова Л.В.* Совершенствование технологий многокомпонентных функциональных снеков из отечественного растительного сырья: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / *Зотова Лилия Валентиновна.* – Краснодар: КубГТУ, 2019. – 24 с.
8. *Иванов И.В.* Исследование и разработка технологии чипсов из мяса птицы с использованием вакуумной инфракрасной сушки: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / *Иванов Иван Васильевич.* – Кемерово: КемГИПП, 2014. – 19.
9. *Калашиников Г.В.* Линия производства сушеных яблок, груш, моркови, тыквы и чипсов / *Г.В. Калашиников, Е.В. Литвинов* // Вестник ВГУИТ. – 2015. – №4. – С. 28-31.
10. *Калашиников Г.В.* Оценка тепловой эффективности технологической схемы производства яблочных чипсов и сушеных плодов / *Г.В. Калашиников, Е.В. Литвинов* // Вестник ВГУИТ. – 2014. – №3. – С. 11-16.
11. *Королев А.А.* Разработка технологии плодоовощных чипсов: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / *Королев Алексей Александрович.* – М., 2013. – 24 с.
12. *Литвинов Е.В.* Научное обеспечение процесса конвективно-СВЧ-сушки при производстве яблочных чипсов: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / *Литвинов Евгений Викторович.* – Воронеж: ВГУИТ, 2013. – 24 с.
13. *Магомедов Г.О.* Чипсы из сахарной свеклы / *Г.О. Магомедов, М.Г. Магомедов, В.В. Пушкарь* // Вестник ВГУИТ. – 2014. – №4. – С. 179-182.
14. *Остриков А.Н.* Радиационно-конвективная сушка грушевых чипсов при импульсном энергоподводе / *А.Н. Остриков, Е.Ю. Желтоухова* // Известия вузов. Пищевая технология. – 2012. – №1. – С. 83-86.
15. *Очиров В.Д.* Экспериментальная ИК-установка для сушки плодов и овощей / *В.Д. Очиров, В.А. Федотов, И.В. Алтухов* // Вестник ИрГСХА. – 2017. – № 81/2. – С. 90-96.
16. Пат. 2346471 РФ, С1 МПК А23L 1/214. Способ производства чипсов из сахарной свеклы / *Магомедов Г.О., Магомедов М.Г., Астрединова В.В.*; патентообладатель ГОУ ВПО ВГТА (RU). – 2007140447/13; заявл. 31.10.2007, опубл. 20.02.2009, Бюл. №5. – 6 с.
17. Пат. 2354141 РФ, С1 МПК А23L 1/212. Способ получения пищевого продукта типа чипсов из корня сельдерея / *Терский А.С., Терская Н.А.*; патентообладатель *Терский А.С., Терская Н.А.* (RU). – 2007135833/13; заявл. 27.09.2007, опубл. 10.05.2009, Бюл. №13. – 5 с.
18. Пат. 2482703 РФ, С1 МПК А23L 1/212, А23В 7/00. Способ производства грушевых чипсов / *Остриков А.Н., Желтоухова Е.Ю.*; патентообладатель ФГБОУ ВПО ВГУИТ (RU). – 2011151386/13; заявл. 15.12.2011, опубл. 27.05.2013, Бюл. №15. – 11 с.
19. *Степаненко И.А.* Применение сублимационной сушки в производстве яблочных чипсов / *И.А. Степаненко, Н.Г. Щеглов* // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – №2-3. – С. 54-56.
20. Сушка пищевых растительных материалов / *Г.К. Филоненко, М.А. Гришин, Я.М. Гольденберг, В.К. Коссек.* – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 439 с.
21. Технология обработки сельскохозяйственного сырья растительного происхождения тепловым излучением: монография / *И.В. Алтухов, В.А. Федотов, В.Д. Очиров.* – Иркутск: Иркутский ГАУ, 2019. – 144 с.
22. *Яшонков А.А.* Исследование влияния предварительного порообразования на кинетику процесса сушки при получении снеков из моркови / *А.А. Яшонков, М.Э. Курдогло* // Ползуновский вестник. – 2018. – №4. – С. 64-67.

References

1. Altuhov I.V. et all Vliyanie impul'snoy infrakrasnoj sushki na sohrannost' aktivnodejstvuyushchih veshchestv [Effect of pulse infrared drying on the safety of active substances] / I.V. Altuhov, N.V. Cuglenok, V.D. Ochirov // Vestnik APK Stavropol'ya. – 2015. – no 1(17). – pp. 7-10.

2. Bitueva E.B. et al. Myasnye sneki – nacional'nyj produkt rossijan [Meat dreams – the national product of Russians] / E.B. Bitueva, S.A. Dondokova, A.V. Antipov // Myasnye tekhnologii. – 2011. – no 4. – pp. 26-28.

3. Boyarkin E.V. et al. Izuchenie perspektivnyh sortov stolovoj morkovi v usloviyah Irkutskoj oblasti [Study of promising varieties of carrot dining room in the conditions of the Irkutsk region] / E.V. Boyarkin, I.N. Abramova // Vestnik IrGSKHA. – 2015. – no 67. – pp. 13-17.

4. Zheltouhova E.Yu. Issledovanie vliyaniya radiacionno-konvektivnoj sushki na tekhnologicheskie svoystva chipsov iz hurmy [Investigation of the effect of radiation-convective drying on the technological properties of persimmon chips] / E.Yu. Zheltouhova // Vestnik VGUIT. – 2012. – no 1. – pp. 13-15.

5. Zheltouhova E.Yu. Nauchnoe obespechenie processa kombinirovannoj radiacionno-konvektivnoj sushki fruktovyh i ovoshchnyh chipsov pri impul'snom energopodvode [Scientific support of combined radiation-convective drying of fruit and vegetable chips at pulse power supply]: avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.12 / Zheltouhova Ekaterina Yur'evna. – Voronezh: VGUIT, 2013. – 20 P.

6. Zorin A.S. Sovershenstvovanie tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv kombinirovannoj vakuumnoj sushki rastitel'nogo syr'ya dlya proizvodstva chipsov [Improvement of technology and technical means of combined vacuum drying of vegetable raw materials for chip production]: avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01 / Zorin Aleksandr Sergeevich. – Michurinsk-naukograd RF, 2019. – 16 P.

7. Zotova L.V. Sovershenstvovanie tekhnologij mnogokomponentnyh funkcional'nyh snekov iz otechestvennogo rastitel'nogo syr'ya [Improvement of technologies of multicomponent functional snacks from domestic vegetable raw materials]: avtoref. diss. kand. tekhn. nauk: 05.18.01 / Zotova Liliya Valentinovna. – Krasnodar: KubGTU, 2019. – 24 P.

8. Ivanov I.V. Issledovanie i razrabotka tekhnologii chipsov iz myasa pticy s ispol'zovaniem vakuumnoj infrakrasnoj sushki [Research and development of poultry meat chip technology using vacuum infrared drying]: avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.04 / Ivanov Ivan Vasil'evich. – Kemerovo: KemTIPP, 2014. – 19 P.

9. Kalashnikov G.V. et al. Liniya proizvodstva sushenyh yablok, grush, morkovi, tykvy i chipsov [Dried apples, pears, carrots, pumpkin and chips production line] / G.V. Kalashnikov, E.V. Litvinov // Vestnik VGUIT. – 2015. – no 4. – pp. 28-31.

10. Kalashnikov G.V. Ocenka teplovoj effektivnosti tekhnologicheskoy skhemy proizvodstva yablochnyh chipsov i sushenyh plodov [Evaluation of thermal efficiency of the technological scheme for production of apple chips and dried fruits] / G.V. Kalashnikov, E.V. Litvinov // Vestnik VGUIT. – 2014. – no 3. – pp. 11-16.

11. Korolev A.A. Razrabotka tekhnologii plodoovoshchnyh chipsov [Development of fruit and vegetable chip technology]: avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.01 / Korolev Aleksej Aleksandrovich. – M., 2013. – 24 P.

12. Litvinov E.V. Nauchnoe obespechenie processa konvektivno-SVCH-sushki pri proizvodstve yablochnyh chipsov [Scientific support of convective-microwave drying process during apple chips production]: avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.12 / Litvinov Evgenij Viktorovich. – Voronezh: VGUIT, 2013. – 24 P.

13. Magomedov G.O. Chipsy iz saharnoj svekly [Sugar beet chips] / G.O. Magomedov, M.G. Magomedov, V.V. Pushkar' // Vestnik VGUIT. – 2014. – no 4. – pp. 179-182.

14. Ostrikov A.N. Radiacionno-konvektivnaya sushka grushevyh chipsov pri impul'snom energopodvode [Radiation-convective drying of pear chips at pulse power supply] / A.N. Ostrikov, E.Yu. Zheltouhova // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2012. – no 1. – pp. 83-86.

15. Ochirov V.D. Eksperimental'naya IK-ustanovka dlya sushki plodov i ovoshchej [Experimental IR plant for drying fruits and vegetables] / V.D. Ochirov, V.A. Fedotov, I.V. Altuhov // Vestnik IrGSKHA. – 2017. – no 81/2. – pp. 90-96.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

16. Pat. 2346471 RF, C1 MPK A23L 1/214. Sposob proizvodstva chipsov iz saharnoj svekly [Sugar beet chips production method] / Magomedov G.O., Magomedov M.G., Astredinova V.V.; patentoobladatel' GOU VPO VGTA (RU). – 2007140447/13; zayavl. 31.10.2007, opubl. 20.02.2009, Byul. No 5. – 6 P.

17. Pat. 2354141 RF, C1 MPK A23L 1/212. Sposob polucheniya pishchevogo produkta tipa chipsov iz kornya sel'dereya [Method for production of food product like chips from celery roots] / Terskij A.S., Terskaya N.A.; patentoobladatel' Terskij A.S., Terskaya N.A. (RU). – 2007135833/13; zayavl. 27.09.2007, opubl. 10.05.2009, Byul. no 13. – 5 P.

18. Pat. 2482703 RF, C1 MPK A23L 1/212, A23B 7/00. Sposob proizvodstva grushevyyh chipsov [Pear chip production method] / Ostrikov A.N., Zheltouhova E.Yu.; patentoobladatel' FGBOU VPO VGUIT (RU). – 2011151386/13; zayavl. 15.12.2011, opubl. 27.05.2013, Byul. №15. – 11 P.

19. Stepanenko I.A. et all Primenenie sublimacionnoj sushki v proizvodstve yablochnyyh chipsov [Freeze drying in apple chip production] / I.A. Stepanenko, N.G. Shcheglov // Izvestiya vuzov. Pishhevaya tekhnologiya. – 2008. – no 2-3. – pp. 54-56.

20. Sushka pishchevyyh rastitel'nyh materialov [Drying of food plant materials] / G.K. Filonenko, M.A. Grishin, Ya.M. Gol'denberg, V.K. Kossek. – M.: Pishhevaya promyshlennost', 1971. – 439 P.

21. Tekhnologiya obrabotki sel'skohozyajstvennogo syr'ya rastitel'nogo proiskhozhdeniya teplovym izlucheniem [Technology of treatment of agricultural raw materials of plant origin with thermal radiation]: monografiya / I.V. Altuhov, V.A. Fedotov, V.D. Ochirov. – Irkutsk: Irkutskij GAU, 2019. – 144 s.

22. Yashonkov A.A. Issledovanie vliyaniya predvaritel'nogo poroobrazovaniya na kinetiku processa sushki pri poluchenii snekov iz morkovi [Investigation of the effect of prepore formation on the kinetics of the drying process in the production of carrots] / A.A. Yashonkov, M.E. Kurdoglo // Polzunovskij vestnik. – 2018. – no 4. – pp. 64-67.

Сведения об авторах

Блохнин Матвей Анатольевич – студент второго курса энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89148711249, e-mail: blohnnin89@mail.ru).

Шелкунов Александр Валерьевич – студент первого 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, пос. Молодежный, тел. 89501205411, e-mail: ochirov@igsha.ru).

Information about the authors

Blokhnnin Matvey Anatolyevich – student of the second year of energy faculty, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 89148711249, e-mail: blohnnin89@mail.ru).

Shelkunov Alexander Valeryevich – student of the first year 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 664.834.1.039.51

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ КОРНЕПЛОДОВ В ПРОЦЕССАХ СУШКИ
ИК ИЗЛУЧЕНИЕМ**

Бобов Д.Н. , Логинов А.Ю.

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

В данной статье проведён анализ технологии определения электрофизических свойств корнеплодов в процессах сушки ИК излучением. В процессе термического воздействия на корнеплоды происходит изменение их электрофизических свойств. Изменение этих свойств напрямую зависит от изменения влажности продукта, то есть уменьшение влажности ведёт к увеличению сопротивления и соответственно к уменьшению его электропроводности. Поэтому для получения высококачественных высушенных продуктов существует необходимость анализа и контроля их электрофизических свойств.

Ключевые слова: электрофизические свойства, сушка, ИК излучение, корнеплод.

**ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY FOR DETERMINING THE
ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF ROOTS IN DRYING
PROCESSES BY IR RADIATION**

Bobov D. N. , Loginov A. Yu.

Irkutsk state agrarian University named after A. A. Yezhevsky,
Molodezhniy village, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

This article analyzes the technology for determining the electrophysical properties of root crops in the process of IR radiation drying. In the process of thermal influence on root crops, their electrophysical properties change. The change in these properties depends directly on the change in the product's humidity, that is, a decrease in humidity leads to an increase in resistance and, consequently, to a decrease in its electrical conductivity. Therefore in order to obtain high-quality dried products there is a need to analyze and control their electrophysical properties.

Keywords: electrophysical properties, drying, IR radiation, root crop.

Электрофизические свойства являются важным показателем для проведения анализа и расчёта процесса сушки. На электрофизические характеристики пищевых продуктов влияют температура, влажность, плотность и другие факторы. Пищевые продукты по своей физической природе обладают определенными электрофизическими свойствами:

- электропроводностью;
- диэлектрической и магнитной проницаемостью;
- оптическими характеристиками.

Все эти свойства проявляются при воздействии на сырьё электрическим, магнитным и электромагнитным полями. В результате этих воздействий происходит ряд изменений в состоянии электрических зарядов

данной среды. Это приводит к выделению тепла в веществе и одновременно к изменению физико-химических свойств.

В ходе экспериментальных и лабораторных исследований установлено, что оптимальные значения электрофизических показателей в процессе сушки получаются при использовании импульсного керамического ИК излучателя, поэтому сделан акцент на поиск аналогичных технологий определения данных показателей [1, 2, 3, 5, 7].

В Дагестанском государственном техническом университете было разработано устройство для определения электропроводности плодово-ягодного и овощного сырья (рисунок 1). Разработчиками данного устройства являются: Джаруллаев Джарулла Саидович, Шихалиев Серго Сейфудинович, Дибирова Маржанат Магомедовна, Мустаева Каният Камаловна, Ахмедова Аминат Магомедовна. Ими была предложена следующая полезная модель: устройства для определения электропроводности плодово-ягодного и овощного сырья. Она включает датчик, внедряемый в исследуемый продукт, и соединенный с датчиком кондуктометр. Последний отличается тем, что изготовлен в виде изолированной стеклянной трубки, внутри которой проходят два изолированных провода из серебра или константана, концы которых соединены с проводом, соединенным с упомянутым кондуктометром, а другие концы проводов выведены наружу из трубки для ввода в исследуемый продукт (патент на полезную модель №102808).

Существенным отличительным признаком предполагаемого устройства от существующего является то, что в стеклянной трубке проходят два изолированных константановых провода. С одной стороны эти провода соединены с проводом, соединенным с прибором кондуктометром, а другие концы серебряных проводов выведены наружу из изолированной стеклянной трубки, которая и вводится в продукт с твердой консистенцией или в раствор для измерения электропроводности [4].

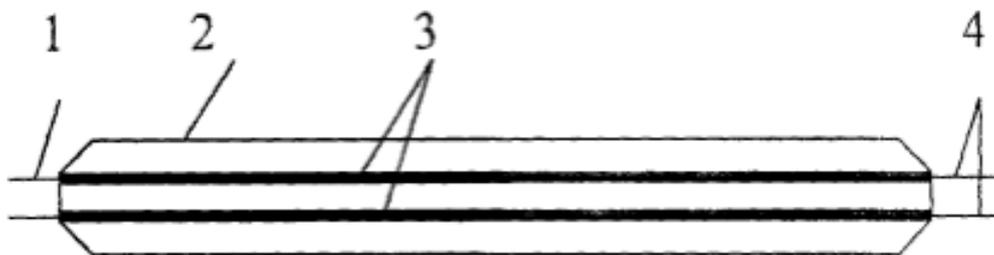


Рисунок 1 - Устройство для определения электропроводности плодово-ягодного и овощного сырья:

1 – провода с измерительного устройства; 2 – изолированная стеклянная трубка; 3 – константановые провода; 4 – серебряные провода для ввода в продукт

Кроме того, известен способ определения электрофизических характеристик дисперсных материалов, предложенный Филатовым В.В. и Агломазовым А.Л. Изобретение может быть использовано при управлении процессом тепловой обработки дисперсных пищевых материалов, а именно

зерна, муки, сухого молока, сахара-песка. Данный способ предполагал подготовку материала путем его очистки и увлажнения до установления равновесной влажности, а также формированием образца насыпного слоя способом засыпки материала в емкость. В ходе протекания процесса измерялось температурное поле внутри образца насыпного слоя в течение ИК нагрева и облучения электромагнитной энергией СВЧ. Авторами установлено, что данный способ позволяет увеличить выход целевого продукта, снизить удельные энергозатраты и повысить точность измерения электрофизических характеристик при осуществлении технологических процессов. Следует отметить, что недостатком способа является низкая эффективность регулирования и точность контроля качественных показателей вследствие конечных размеров образца [9].

Свинцовым В.Я., Горбатовым А.В. и Косой В.Д. разработано устройство для определения электрофизических свойств порошкообразных мясных и молочных продуктов (рисунок 2). Устройство работает следующим образом. Анализируемое вещество подаётся на ситовое приспособление, при помощи которого осуществляется выделение частиц заданных размеров и поочерёдная подача на транспортёр. Транспортёр обеспечивает прохождение каждой частицы через измерительную зону, образованную пластинчатыми электродами, расположенными с зазором, соизмеримым с размерами частиц и имеющим ширину и длину, составляющую не менее четырёх диаметров анализируемых частиц. Прохождение каждой частицей измерительной зоны однородного электрического поля приводит к возникновению вторичного поля частицы в результате её поляризации под влиянием первичного поля конденсатора и появлению импульса сигнала в мостовой измерительной схеме. Анализ параметров импульса сигнала при известных размерах частиц позволяет определить электрофизические параметры частиц в зависимости от их гранулометрических показателей. Точность анализа увеличивается за счёт отсутствия механических воздействий на продукт, вследствие ненужности его уплотнения. В ходе экспериментального и теоретического исследования авторами было установлено, что использование изобретения позволит проводить определение электрофизических параметров каждой частицы, что увеличивает точность анализа за счёт отсутствия влияния на результат анализа гранулометрического состава, состояния поверхности частиц, механического разрушения в результате уплотнения.

Следует отметить, что устройство возможно использовать в автоматических системах контроля электрофизических свойств веществ с целью управления технологическими процессами и для оценки экономичности работы установки, что в свою очередь позволит улучшить качество пищевой продукции и повысить эффективность работы оборудования [8].

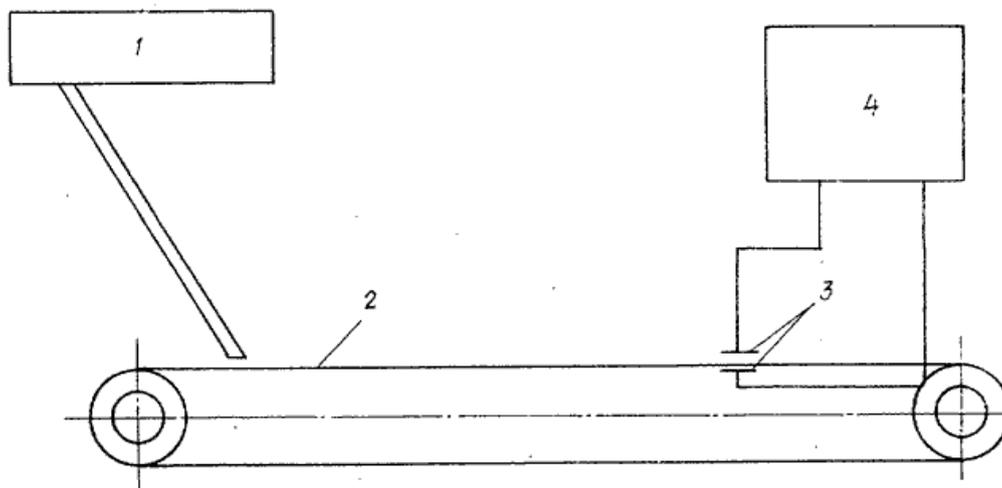


Рисунок 2 – Устройство для определения электрофизических свойств порошкообразных мясных и молочных продуктов:

1 – ситовое приспособление; 2 – транспортёр; 3 – пластинчатые электроды; 4 – мостовая измерительная схема

Лупу О.Ф. было проведено исследование процесса сушки абрикос с применением токов высокой частоты. Основной задачей работы являлось экспериментальное определение электрофизических показателей абрикос в процессе термообработки и выбор математической модели динамики изменения электрофизических параметров. Исследование электрофизических показателей абрикос проводилось на лабораторной установке, состоящей из измерителя добротности, к которому подсоединены конденсатор, заполненный продуктом и катушки индуктивности (рисунок 3).

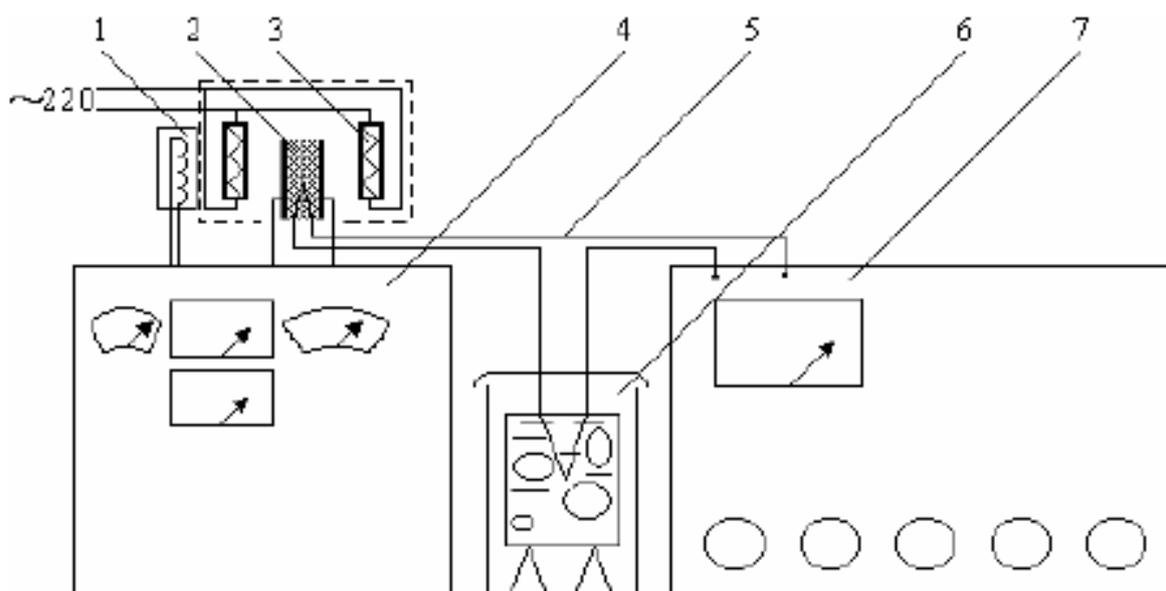


Рисунок 3 – Схема установки по определению ЭФП абрикос:

1 – катушка индуктивности; 2 – конденсатор с продуктом; 3 – ТЭН; 4 – измеритель добротности Е4-5А; 5 – термопара; 6 – термостат со льдом; 7 – прибор Р-4833

Электрофизические характеристики определялись при различной температуре. Подогрев конденсатора с продуктом осуществляли ТЭН-ми. Температура абрикос в процессе сушки измерялась с помощью медь-константановой термопары, подсоединённой к измерительному мосту через термостат со льдом. Точность измерения температуры составляла $0,1^{\circ}\text{C}$. Автором было установлено, что сушку абрикос необходимо осуществлять с применением комбинированного энергоподвода при температуре сушильного агента 100°C и напряжённости поля 18000 В/м .

Следует отметить, что при использовании полей высоких температур (более 100°C) необходимо учитывать термоустойчивость и теплоустойчивость для каждого конкретного продукта для наибольшего сохранения биологически активных веществ [6].

Шустерзоном Г.И. было запатентовано устройство для определения электрофизических параметров плодов и овощей. Суть изобретения заключается в определении спелости и годности плодов и овощей для дальнейшего их хранения, а также для определения содержания в них нитратов. Устройство выполнено в виде пары электродов, подсоединённых к узлу измерения, причём один из электродов выполнен в виде стержня и расположен во внутренней полости второго электрода, выполненного в виде полого стержня произвольного поперечного сечения. Электроды между собой разделены диэлектриком. Недостатком данного устройства является невысокая точность измерений, за счёт искривления игольчатых электродов при введении в контролируемый продукт, а также неодинаковая степень погружения электродов, приводящая к случайной ошибке [10].

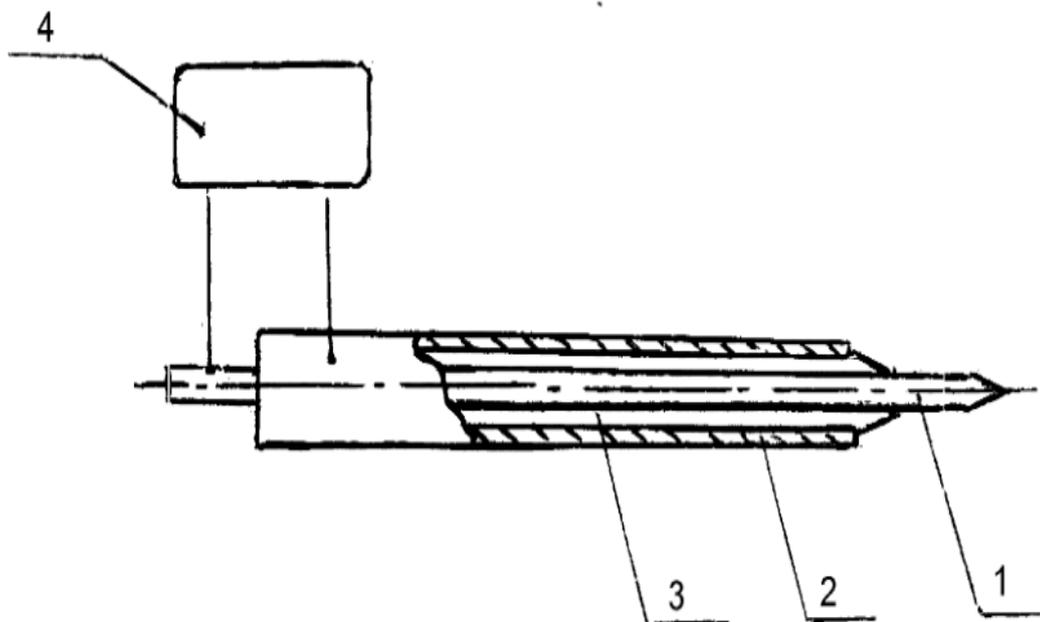


Рисунок 4 – Устройство для определения электрофизических параметров плодов и овощей:

1 – электрод – стержень; 2 – полый электрод; 3 – диэлектрик; 4 – узел измерения

Анализ технологии определения электрофизических свойств корнеплодов в процессах сушки показал, что технология определения данных свойств с применением импульсных керамических ИК излучателей, в настоящее время не рассматривалась.

Список литературы

1. *Алтухов И. В.* Инфракрасная сушка сахаросодержащих корнеплодов для питания больных сахарным диабетом / *И. В. Алтухов* // Достижения науки и техники АПК: Теоретический и научно-практический журнал. - 2013. - №12. – С. 66-68.
2. *Бобов Д. Н.* Методы определения электрофизических показателей пищевых продуктов растительного происхождения в процессах сушки ИК излучением / *Д. Н. Бобов, И. В. Алтухов* // Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы V Международной научно-практической конференции. / Под ред. В. А. Трушкина. – Саратов, Буква, 2014. – С. 45-50.
3. *Бобов Д. Н.* Экспериментальное исследование электрофизических свойств свёклы в процессах сушки ИК излучением / *Д. Н. Бобов, И. В. Алтухов* // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2016. - №6 (117). – С. 76–83.
4. *Джаруллаев Д. С.* Устройство для определения электропроводности плодово-ягодного и овощного сырья (опубликовано 10.03.2011) / *Д. С. Джаруллаев, С. С. Шихалиев, М. М. Дибирова, К. К. Мустаева, А. М. Ахмедова* [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU102808U1_20110310.
5. *Заратин В. Г.* Электрофизические методы и приборы контроля качества продукции / *В. Г. Заратин*. – Минск: БГТУ, 2006. – 130 с.
6. *Лулу О.Ф.* Теоретическое и экспериментальное исследование процесса сушки абрикос с применением токов высокой частоты / *О. Ф. Лулу* // Дисс. на соискание уч. ст. дтн. – Кишинёв. – Технический университет Молдовы, 2005.
7. *Рогов И.А.* Электрофизические методы обработки пищевых продуктов / *И.А. Рогов* – М.: Агропромиздат, 1988. – 272 с.
8. *Свинцов В. Я.* Устройство для определения электрофизических свойств порошкообразных мясных и молочных продуктов (опубликовано 15.09.1979) / *В. Я. Свинцов, А. В. Горбатов, В. Д. Косой* [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://patents.su/2-685973-ustrojstvo-dlya-opredeleniya-ehlektrofizicheskikh-svojjstv-poroshkoobraznykh-myasnykh-i-molochnykh-produktov.html>.
9. *Филатов В.В., Агломазов А.Л.* Способ определения электрофизических характеристик дисперсных материалов (опубликовано 27.01.2010) / *В.В. Филатов, А.Л. Агломазов* [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/images/patents/83/2380687/patent-2380687.pdf>
10. *Шустерзон Г.И.* Устройство для определения электрофизических параметров плодов и овощей (опубликовано 27.01.1998) / *Г.И.Шустерзон* [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2103679C1_19980127

References

1. Altukhov I.V. Infrared drying of sugar-containing root crops for nutrition of patients with diabetes mellitus / I.V. Altukhov // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex: Theoretical and scientific-practical journal No. 12-2013. - from. Pp 66-68.
2. Bobov D. N. et all Methods for determining the electrophysical parameters of food products of plant origin in the drying process of infrared radiation / D. N. Bobov, I. V. Altukhov // Actual problems of the energy sector of the agro-industrial complex: Materials of the V

International scientific and practical conference. / Ed. V.A. Trushkina. - Saratov, Letter, 2014 .-- pp. 45-50.

3. Bobov D. N. et al Experimental study of the electrophysical properties of beets in the process of drying with IR radiation / D. N. Bobov, I. V. Altukhov // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University No. 6 (117). - 2016. - pp. 76–83.

4. Dzharullaev D. S., Shikhaliev S. S., Dibirova M. M., Mustaeva K. K., Akhmedova A. M. Device for determining the electrical conductivity of fruit and vegetable raw materials (published on 03/10/2011) [Electronic resource] - Access mode: https://yandex.ru/patents/doc/RU102808U1_20110310.

5. Zarapin V. G. Electrophysical methods and devices for product quality control / V. G. Zarapin. - Minsk: BSTU, 2006 .-- 130 P.

6. Lupu O.F. Theoretical and experimental study of the apricot drying process using high frequency currents / O. F. Lupu // Diss. for the competition Art. dtn. - Chisinau. - Technical University of Moldova, 2005.

7. Rogov I.A. Electrophysical methods of food processing / I.A. Rogov - M .: Agropromizdat, 1988 .-- 272 P.

8. Svintsov V. Ya., Gorbatov AV, Kosoy VD. Device for determining the electrophysical properties of powdered meat and dairy products (published on September 15, 1979) [Electronic resource] - Access mode: <http://patents.su/2-685973-ustrojstvo-dlya-opredeleniya-ehlektrofizicheskikh-svojjstv-poroshkoobraznykh-myasnykh-i-molochnykh-produktov.html>.

9. Filatov V.V., Aglomazov A.L. The method for determining the electrophysical characteristics of dispersed materials (published January 27, 2010) [Electronic resource] - Access mode: <http://www.freepatent.ru/images/patents/83/2380687/patent-2380687.pdf>

10. Shusterzon G.I. Device for determining the electrophysical parameters of fruits and vegetables (published on January 27, 1998) [Electronic resource] - Access mode: https://yandex.ru/patents/doc/RU2103679C1_19980127

Сведения об авторах

Бобов Дмитрий Николаевич – магистрант 2 года обучения кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-он, п. Молодёжный, тел. 89526198704, e-mail: Dmitry19081990@yandex.ru).

Логинов Александр Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89041224153, e-mail: alexander_loginov@mail.ru).

Information about the authors

Bobov Dmitry Nikolaevich - undergraduate 2 years of study at the Department of Electrical Equipment and Physics of the Faculty of Energy. Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, p. Molodezhny, tel. 89526198704, e-mail: Dmitry19081990@yandex.ru).

Loginov Alexander Yuryevich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electrical Equipment and Physics of the Faculty of Energy, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 89041224153, e-mail: alexander_loginov@mail.ru).

УДК697.341

**ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБКИХ ПОЛИМЕРНЫХ
ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫХ ТРУБ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ
СЕТЕЙ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ**

Бобровникова Л.И.

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

В данной работе рассмотрено сравнение применения трубопроводов из следующих материалов: сталь и сшитый полиэтилен. Каждый из этих материалов имеет преимущества и недостатки, касающиеся, как характеристик материалов, так и их стоимости. После изучения свойств двух вариантов, определено, что трубы из сшитого полиэтилена имеют значительные преимущества. Полиэтиленовые трубы можно использовать для газо-, водо- и теплопровода, а также для прокладки канализации и кабельных сетей. В России производством полиэтиленовых труб занимается более 100 предприятий. Большое количество производителей полимерных труб обусловлено простотой технологического процесса и быстрой окупаемостью вложений, что показано в данной статье.

Ключевые слова: теплоснабжение, тепловые сети, сшитый полиэтилен, стальной трубопровод, тепловая нагрузка, срок службы, сметный расчет.

**RATIONALE FOR THE APPLICATION OF FLEXIBLE POLYMER
INSULATED PIPES FOR DISTRIBUTION HOT WATER SUPPLY AND
HEATING NETWORKS**

L.I. Bobrovnikova

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

This paper discusses a comparison of the use of pipelines made of the following materials: steel and cross-linked polyethylene. Each of these materials has advantages and disadvantages regarding both the characteristics of the materials and their cost. After examining the properties of the two options, it was determined that XLPE pipes have significant advantages. Polyethylene pipes can be used for gas, water and heat pipelines, as well as for laying sewers and cable networks. In Russia, more than 100 enterprises are engaged in the production of polyethylene pipes. A large number of manufacturers of polymer pipes is due to the simplicity of the technological process and the quick return on investment, which is shown in this article.

Key words: heatsupply, heatnetworks, cross-linked polyethylene, steel pipeline, heat load, service life, estimated calculation.

В комплексной системе централизованного теплоснабжения среди трех основных ее элементов – источника теплоснабжения, тепловой сети и потребителя – тепловая сеть является не только соединительным, транспортным, но и звеном, определяющим надежность теплоснабжения потребителей, режим работы и показателей всей системы теплоснабжения[3].

Цель работы – обоснование применения труб из сшитого полиэтилена для повышения надежности трубопроводных систем, сокращения

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

применения стальных труб и снижения энерго- и трудозатрат при укладке трубопроводов.

Объект теплоснабжения – многоквартирный жилой дом, подключенный к централизованным сетям теплоснабжения г. Иркутска. Для данного дома выполнена технико-экономическая оценка применения стальной трубы ППМИ 76 [4] и гибкой полимерной теплоизолированной трубы ИЗОПРОФЛЕКС 95А [5, 6]. Тепловая нагрузка жилого дома составляет $Q = 0,343$ Гкал/час. Температура теплоносителя $t_1 = 95$ °С, $t_2 = 45$ °С.

Расчеты для стальной трубы в пенополимерминеральной (ППМИ) изоляции по ТУ 4937-002-64880748-2010 и гибкой полимерной теплоизолированной трубы ИЗОПРОФЛЕКС 95А представлены в таблицах 1 и 2 [10].

Таблица 1 – Ресурсный сметный расчет для трубы ППМИ 76×3,5

№	Наименование и техническая характеристика	Ед. изм-я	Кол-во	Масса, кг	Цена, руб.
1	Труба ППМИ 76×3,5	пм	116	1433,76	88900
2	Труба стальная бесшовная 76×3,5	пм	2,5	15,65	1267,65
3	Труба стальная водогазопроводная 32	пм	0,2	0,562	10,323
4	Труба стальная водогазопроводная 15	пм	0,2	0,238	11,067
5	Отвод 90° ППМИ-76	шт	4,0	19,64	328
6	Отвод стальной 90° ППМИ-76×3,5	шт	4,0	4,0	328
7	Неподвижная опора в ППМИ 219(для трубы 76)	шт	3,0	49,2	60840
8	Комплект для изоляции стыков трубы 76 в ППМИ	шт	10		9000
9	Узел герметизации ввода в здание труб ППМИ 76	шт	4,0		34768
10	Опора скользящая хомутовая 010 ОПХ-80.00	шт	30,0		55242
11	Опорная подушка ОПТ-1	шт	30,0		10980
12	Лоток железобетонный L=6,0 м Л 7-8	шт	1		15450
13	Лоток железобетонный L=3,0 м Л 7-8	шт	16		10433
14	Лоток железобетонный L=1,5 м Л 7-8	шт	1		3300
15	Лоток железобетонный L=0,72 м Л 7д-8	шт	1		2947
16	Плита железобетонный L=3,0 м П 8-8	шт	18		63162
17	Плита железобетонный L=0,74 м П 8д-8	шт	18		24300
18	Антикоррозионная изоляция «Вектор» на 2 раза по грунтовке «Вектор»	м ²	17,6		2250
19	Тепловая изоляция асбопухшнуром $\delta = 20$ мм на 2 раза с обмазкой асбопушенкой	м ³	0,352		24300
20	Окраска тепловой изоляции в тепловых камерах масляной краской зеленого цвета на 2 раза с опознавательными концами	м ²	0,38		200
21	Песок $h=0,1$ м, $L=116$ м, $B=0,98$ м	м ³	7,9		10500
22	Бетон В 12,5 для заделки канала	м ³	1,37		3119,49
23	Битумная гидроизоляция для железобетонных лотков	м ²	127		9574,4
	Итого				431211

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

Преимущества труб из сшитого полиэтилена [8, 9] заключаются в следующем:

- в уменьшении тепловых потерь до 3%;
- бесканальной прокладке;
- стабильности формы, при отсутствии нагрузки на трубы из сшитого полиэтилена они не деформируются при температурах вплоть до 200°C;
- высокая износостойкость на истирание;
- устойчивости к появлению трещин и коррозии, что позволяет не проводить дополнительных весенне-осенних работ при эксплуатации трубопровода;
- высокой ударной прочности и ударной вязкости в местах надрезов даже при температурах до -50 °С благодаря образующимся поперечным связям, из которых состоит сшитый полиэтилен, труба хорошо переносит воздействие низких температур;
- высокой стойкости к воздействию химически активных веществ;
- отличных усадочных качеств материала;
- в отсутствии выделения вредных веществ;
- сшитый полиэтилен не такой ломкий в сравнении с обычным полиэтиленом, поэтому может быть использован в зависимости от степени механической нагрузки в диапазоне температур -120...+120 °С; при отсутствии механического воздействия на трубы сшитый полиэтилен способен выдержать температуру в течение непродолжительного отрезка времени до +120 °С;
- в сроке службы труб из сшитого полиэтилена: не менее 50 лет в условиях постоянного внутреннего давления и не меняющейся температуре в 95°C.
- в поставке труб в бухтах длинномерными отрезками;
- в отсутствии необходимости: железобетонных лотков, колодцев, неподвижных опор, отводов, компенсаторов, что уменьшает количество стыковых соединений.

Таблица 2 – Ресурсный сметный расчет для трубы ИЗОПРОФЛЕКС 95А

№	Наименование и техническая характеристика	Ед. изм-я	Кол-во	Масса, кг	Цена, руб.
1	Труба ИЗОПРОФЛЕКС – 95А СТАНДАРТ 75/110	пм	116	263,32	621412
2	Песок $h = 0,1$ м, $L=116$ м, $B = 0,98$ м	м ³	11,4		12000
3	Пресс-фитинг концевой с патрубком 75	шт	4	23,8	25336
4	Предохранитель концевой термоусаживаемый 75/110	шт	4	0,52	11096
5	Лента термоусаживаемая	шт	4		11028
6	Уплотнитель стеновой 75	шт	4	0,8	2096
	Итого				667440

Не менее важным достоинством является и меньший вес трубы ИЗОПРОФЛЕКС 95А (263 кг) по сравнению со стальной трубой (1,4 т). Следовательно, для труб из сшитого полиэтилена не потребуются грузоподъемные механизмы для монтажа и большегрузный транспорт для транспортировки [2].

Основными преимуществами стальных труб являются высокая прочность, предельно низкий температурный коэффициент линейного расширения и высокая теплопроводность. Однако последнее преимущество является таковым лишь в отопительной системе. Когда же речь идет о переносе холодной воды, данное преимущество становится недостатком - в связи с высокой теплопроводностью на внешней стороне трубы может выпадать конденсат [7].

Не учитывая затрат на монтажные работы применение труб из сшитого полиэтилена выше на сумму 236229,07 руб. При этом стоит отметить, что монтаж полиэтиленового трубопровода занимает в среднем около двух часов, что значительно снижает затраты на оплату труда [1].

Даже при правильной эксплуатации стального трубопровода, каждые 15 лет стальные трубы в ППМИ нужно будет заменять, и затраты составят, как минимум, в среднем 470000 рублей. Экономическая эффективность использования труб из сшитого полиэтилена очевидна.

Список литературы

1. *Авдюнин Е.Г.* Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети и тепловые пункты. Учебник / *Е.Г. Авдюнин.* – М.: Инфра-Инженерия, 2019. – 300 с.
2. *Варфоломеев Ю.М.* Отопление и тепловые сети / *Ю.М. Варфоломеев, О.Я. Кокорин.* – М.: ИНФРА-М, 2006. – 480 с.
3. Водяные тепловые сети: справочное пособие по проектированию / *И.В. Беляйкина, В.П. Витальев, Н.К. Громов и др.; под ред. Н.К. Громова.* – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 376 с.
4. ГОСТ 8732-78. Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент (с Изменениями N 1, 2). –1979. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001512>. – Дата обращения 19.02.2020.
5. ГОСТ Р 56227-2014. Трубы и фасонные изделия стальные в пенополимерминеральной изоляции. Технические условия. – 2014. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200114276>. – Дата обращения: 19.02.2020.
6. Группа ПОЛИМЕРТЕПЛО[Электронный ресурс]: Труба ИЗОПРОФЛЕКС-95А. – Режим доступа: <http://www.polymerteplo.ru/products/ISOPROFLEX-95A/>. – Дата обращения: 15.02.2020.
7. *Копко В.М.* Теплоснабжение / *В.М. Копко.* – М.: Изд-во АСВ, 2012. – 335 с.
8. *Смирнова М. В.* Теплоснабжение: учебное пособие для средних специальных учебных заведений / *М. В. Смирнова.* - Волгоград: Ин-Фолио, 2009. – 317 с.
9. *Соколов Е.Я.* Тепловые сети. / *Е.Я. Соколов.* – М.: Изд-во МЭИ, 2009. – 472 с.
10. Свод правил: СП 61.13330.2012. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003 (с Изменением N 1). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200091050>. –М.: Минрегион России. – 2012.

References

1. Avdyunin E.G. Istochnikiisistemyteplosnabzheniya. Teplovyesetiiteplovyepunktuy. Uchebnyk / E.G. Avdyunin. – M.: Infra-Inzheneriya, 2019. – 300 P.
2. Varfolomeev YU.M. Otoplenieiteplovyeseti / YU.M. Varfolomeev, O.YA. Kokorin. – M.: INFRA-M, 2006. – 480 P.
3. Vodyanyeteplovyeseti: spravochnoeposobiepoproektirovaniyu / I.V. Belyajkina, V.P. Vital'ev, N.K. Gromovi dr.; pod red. N.K. Gromova. – M.: Energoatomizdat, 1988. – 376 P.
4. GOST 8732-78. Trubystal'nyebesshovnyegoryachedeformirovannye. Sortiment (s Izmeneniyami N 1, 2). – 1979. – Rezhimostupa: <http://docs.cntd.ru/document/1200001512>. – Data obrashcheniya 19.02.2020.
5. GOST R 56227-2014. Trubyifasonnyeizdeliyastal'nye v penopolimermineral'nojizolyacii. Tekhnicheskiesloviya. – 2014. – Rezhimostupa: <http://docs.cntd.ru/document/1200114276>. – Data obrashcheniya: 19.02.2020.
6. Gruppa POLIMERTEPLO [Elektronnyjresurs]: Truba IZOPROFLEKS-95A. – Rezhimostupa: <http://www.polymerteplo.ru/products/ISOPROFLEX-95A/>. – Data obrashcheniya: 15.02.2020.
7. Kopko V.M. Teplosnabzhenie / V.M. Kopko. – M.: Izd-vo ASV, 2012. – 335 P.
8. Smirnova M. V. Teplosnabzhenie: uchebnoeposobiedlyasrednihspecial'nyhuchebnyhzavedenij / M. V. Smirnova. - Volgograd: In-Folio, 2009. – 317 P.
9. Sokolov E.YA. Teplovyeseti. / E.YA. Sokolov. – M.: Izd-vo MEI, 2009. – 472 P.
10. Svodpravil: SP 61.13330.2012. Teplovayaizolyaciyaoborudovaniyaitruboprovodov. AktualizirovannayaredakciyaSNiP 41-03-2003 (s Izmeneniyami N 1). – Rezhimostupa: <http://docs.cntd.ru/document/1200091050>. –M.: MinregionRossii. – 2012.

Сведения об авторе

Бобровникова Любовь Игоревна – студентка второго курса энергетического факультета Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89996860709, e-mail: lubovbobrovnikova@gmail.com).

Information about the author

Bobrovnikova Lyubov Igorevna – second-year student of the faculty of energy Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 89996860709, e-mail: lubovbobrovnikova@gmail.com).

УДК 621.182: 658.26

**ПЕРЕВОД ИСТОЧНИКА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
П. ЖИЛКИНО Г. ИРКУТСКА В ВОДОГРЕЙНЫЙ РЕЖИМ**

Габидулин Д. И.

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

Проблема экономичной эксплуатации источников теплоснабжения для качественного и надежного обеспечения горячей водой потребителей является всегда актуальной. В данной работе, рассмотрен вопрос перевода котельной установки КЕ 10-14С в водогрейный режим с реконструкцией основных элементов котла. Проведены инженерно-технические расчеты котельного агрегата в водогрейном режиме для определения основных температур теплоносителей в котельном агрегате, а также КПД котла. Рассчитаны массовые выбросы вредных веществ образующихся, при

эксплуатации котельного агрегата в водогрейном режиме. Рассмотрено влияние выбросов вредных веществ на окружающую среду, рассчитана плата за загрязнение окружающей среды.

Ключевые слова: котельный агрегат, барабан котла, экономайзер, конвективный пучок, выбросы вредных веществ, теплообменный аппарат, температура.

TRANSLATION OF HEAT SUPPLY SOURCE VILLAGE ZHILKINO OF IRKUTSK IN WATER-HEATING MODE

Gabidulin D. I.

Irkutsk state agrarian University named by A. A. Yezhevsky,
Molodezhniy village, Irkutsk district, Russia

The problem of economical operation of heat supply sources for high-quality and reliable hot water supply to consumers is always relevant. In this paper, the issue of transferring the KE 10-14S boiler plant to the hot water mode with the reconstruction of the main elements of the boiler is considered. Engineering and technical calculations of the boiler unit in hot-water mode were carried out to determine the main temperatures of the heat carriers in the boiler unit, as well as the boiler efficiency. Calculated mass emissions of harmful substances formed during the operation of the boiler unit in hot water mode. The impact of emissions of harmful substances on the environment is considered, the payment for environmental pollution is calculated.

Keywords: boiler unit, boiler drum, economizer, convective beam, emissions of harmful substances, heat exchanger, temperature.

В работе рассматриваются вопросы качественного и надежного снабжения тепловой энергии промышленных и гражданских потребителей [1–11]. Рассмотрена эксплуатация котельной "1-ая Московская" г. Иркутска. Данная котельная вырабатывает тепловую энергию для системы теплоснабжения промышленных и гражданских потребителей по улице Полярной г. Иркутска.

Для снижения себестоимости отпуска тепловой энергии потребителю в данной работе рассмотрен вопрос перевода котлов KE 10-14С в водогрейный режим при эксплуатации на Азейском угле (рис.).

Для перевода котлов в водогрейный режим необходимо произвести реконструкцию данных котельных агрегатов [1, 4]. Для этого необходимо демонтировать сепаратор в верхнем барабане, заглушить водоопускные трубы, смонтировать трубу из верхнего барабана и соединить ее с водоопускными трубами котла. Кроме того, нужно установить перегородки в нижнем коллекторе котельного агрегата, а также в верхнем барабане котлоагрегата – две перегородки; в нижнем барабане котла – одну перегородку. Данные работы по реконструкции котельного агрегата предполагается производить обслуживающим персоналом в летний ремонтно-подготовительный период.

Запитка котла осуществляется по прямоточной схеме, при этом схема теплоснабжения становится открытой. Данная реконструкция приводит к

снижению требований Ростехнадзора ФНП в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением», что позволяет вывести из эксплуатации пароводяные теплообменные аппараты, предназначенные для подогрева сетевой воды системы теплоснабжения потребителей.

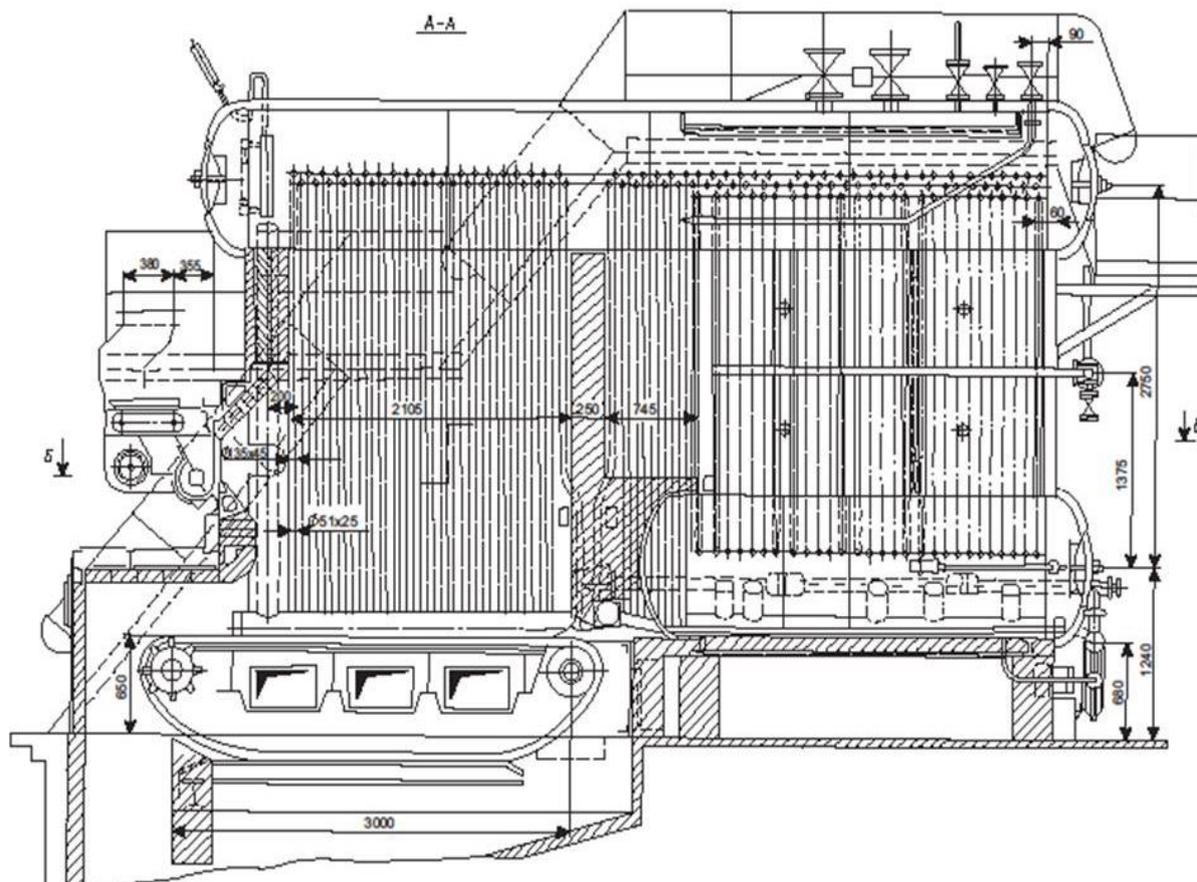


Рисунок 1 – Общий вид котельного агрегата KE 10-14C

В работе проведен тепловой поверочный расчет котельного агрегата KE 10-14C [3, 4, 5, 10]. Результаты расчетов сведены в таблицы 1 и 2.

Таблица 1 – Химический состав топлива, используемого на котельной "1-я Московская" п. Жилкино г. Иркутска

$W^r, \%$	$A^r, \%$	$S^r, \%$	$C^r, \%$	$H^r, \%$	$N^r, \%$	$O^r, \%$	$Q^r_i, \text{МДж/кг}$
25.0	15.5	0.5	42.7	3.1	0.9	11.3	15.99

На основе проведенного инженерно-технического расчета [3, 4, 5, 7, 8, 10] определена температура теплоносителя на входе и выходе из основных элементов котла: экранные трубы, экономайзер, конвективные пучки, топка. Из расчетов видно, что КПД котла составил 85 %.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

Вследствие того, что котельная "1-я Московская" расположена в городской черте Иркутска рядом с административными и бытовыми объектами, необходимо оценить количество и влияние вредных выбросов при эксплуатации котла на окружающую среду. Для анализа массовых выбросов вредных веществ произведен расчет по методикам, разработанным Нечаевым В.В. и Бочкаревым В.А. [2, 3, 4]. По данным методикам определены выбросы твердых веществ, окиси углерода, углекислого газа, двуокиси азота, бенз(а)опирена в дымовых газах.

Таблица 2 – Основные теплофизические характеристики котельного агрегата КЕ 10 – 14С полученные по результатам теплового поверочного расчета котла в водогрейном режиме

Наименование	Размерность	Значение
Топка котла		
Потери тепла со шлаком q_6	%	0.3
Потери тепла с химическим и механическим недожегом (q_4+q_3)	%	4.25
Потери тепла с уходящими газами q_2	%	7.5
Потери тепла в окружающую среду q_5	%	2.1
Суммарные потери тепла в котле ($q_2+q_3+q_4+ q_5+q_6$)	%	14.15
КПД котла	%	85.85
Полный расход топлива B	т/ч	1.72
Расчетный расход топлива B_p	т/ч	1.65
Тепло полезно используемое в котле $Q_{ка}$	кВт	6588.6
1 конвективный пучок		
Температура газов на поверхности при входе в конвективный пучок θ'	°С	942.4
Температура газов на поверхности при выходе из конвективного пучка θ''	°С	281.6
2 конвективный пучок		
Температура газов на поверхности при входе в конвективный пучок θ'	°С	281.6
Температура газов на поверхности при выходе из конвективного пучка θ''	°С	224.7
Водяной экономайзер		
Температура газов на входе в экономайзер θ'	°С	281.6
Температура газов на выходе из экономайзера θ''	°С	152
Температура питательной воды на входе в экономайзер $t'_{пв}$	°С	70
Температура питательной воды на выходе из экономайзера $t''_{пв}$	°С	86.86
Средняя температура газов θ_{cp}	°С	216.8

Рассчитана плата за загрязнение окружающей среды [2, 3, 4]. Для определения количества золых частиц и недожога используется выражение (1), а для оценки содержания бенз(а)пирена в продуктах сгорания - формулы

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

(2) –(4). Остальные выбросы определены по формулам и выражениям приведенные в работах [2, 3, 4].

Количество золовых частиц и недожога, уносимое из топки (т/год), определяется по формуле [2]:

$$M_{\text{ТВ}} = 0,01 \cdot B \cdot (\alpha_{\text{ун}} \cdot A^r + q_4^{\text{ун}} \cdot \frac{Q_i^r}{32680}) \cdot (1 - \eta_3), \quad (1)$$

где B – расход натурального топлива т/год; A^r – зольность топлива на рабочую массу, %; $\alpha_{\text{ун}}$ – доля золовых частиц и недожога, уносимых из котла; q_4 – потери теплоты с уносом от механической неполноты сгорания топлива, %; Q_i^r – теплота сгорания топлива на рабочую массу, кДж/кг; η_3 – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях (КПД золоуловителя).

Расчет содержания бенз(а)пирена в продуктах сгорания (т/год) осуществляется по формуле [2]:

$$M_{\text{БП}} = 10^{-9} \cdot B \cdot V^r \cdot C_{\text{БП}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{БП}}$ – концентрация бенз(а)пирена в дымовых газах, рассчитываемая согласно выражению [2]:

$$C_{\text{БП}} = \frac{A \cdot Q_i^r}{e^{1,5 \cdot \alpha_c^2}} \cdot \kappa_{\text{зл}} \cdot \kappa_{\text{д}}, \quad (3)$$

где A – числовой коэффициент; $\kappa_{\text{зл}}$ – коэффициент, учитывающий влияние нагрузки; $\kappa_{\text{д}}$ – доля улавливания бенз(а)пирена золоуловителями.

Доля улавливания бенз(а)пирена золоуловителями определяется по формуле [2]:

$$K_{\text{зл}} = 1 - \frac{\eta_{\text{зл}} \cdot z}{100}, \quad (4)$$

где z – коэффициент, учитывающий снижение улавливающей способности золоуловителя.

Результаты расчета массовых выбросов вредных веществ в атмосферу сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты расчетов массовых выбросов вредных веществ в окружающую среду при эксплуатации котельного агрегата КЕ 10–14С на котельной "1– Московская" п. Жилкино г. Иркутска

Выбросы вредных веществ, расход топлива	Обозначение	Азейский каменный уголь
Зола и частицы недожога, т/год	$M_{\text{ТВ}}$	242.17
Оксиды серы, т/год	M_{SO_2}	206.1
Оксид углерода, т/год	M_{CO}	169.8
Оксиды азота, т/год	M_{NO_2}	2.197
Бенз(а)пирен	$M_{\text{БП}}$	0.000119

Выводы: По результатам тепловых проектно-инженерных расчетов котельного агрегата КЕ 10–14С в водогрейном режиме определена себестоимость 1Гкал тепла, при эксплуатации котельной "1–я Московская" при различных режимах: эксплуатации трех котлов при номинальной нагрузке – 981,3 руб/Гкал; эксплуатации котельной при фактической нагрузке (работа одного котла – 1697,5 руб/Гкал).

Из анализа теплового поверочного расчета котельного агрегата КЕ 10 – 14С эксплуатируемого в водогрейном режиме, определены температуры дымовых газов и воды по тракту котельного агрегата, а также температуры на поверхностях основных элементов котла, что позволяет анализировать структуру и износ металла в условиях высокой неизотермичности потока дымовых газов по тракту котельного агрегата.

Из анализа расчета массовых выбросов вредных веществ в окружающую среду на котельной "1–я Московская" выявлено, что наиболее токсичным является бенз(а)пирен, массовые выбросы которого составляют 0,000119 т/год со стоимостью 597 руб/год. Суммарная плата за выбросы золы и частицы недожога, оксиды серы, окись углерода, оксиды азота и бенз(а)пирена составила 275550 руб/год.

Список литературы

1. *Кемельман Д.Н.* Наладка котельных установок: справочник / *Д.Н. Кемельман, А.Б. Эскин.* – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 320 с.
2. *Нечаев В.В.* Оценка экологического воздействия теплоэнергетических предприятий на окружающую среду: методическое пособие / *В.В. Нечаев, В.А. Бочкарев.* – Иркутск: ИрГСХА, 2013. – 50 с.
3. *Нечаев В.В.* Теплогенерирующие установки: учеб. пособие для высш. аграр. учеб. заведений: допущено М-вом сел. хоз-ва РФ / *В.В. Нечаев, В.А. Бочкарев;* Иркут. гос. с.-х. акад. – Иркутск: ИрГСХА, 2010. – 102 с.
4. *Нечаев В.В.* Котельные агрегаты. Классификация и обозначения: метод. пособие для студентов высших аграрных учеб. заведений, обучающихся по направлениям 140100 / *В.В. Нечаев, В.А. Бочкарев.* – Иркутск: ИрГСХА, 2011. – 42 с.
5. *Тепловой расчет котлов: нормативный метод.* – СПб.: Изд-во НПО ЦКТИ, 1998. – 256 с.
6. *Теоретические основы теплотехники: Теплотехнический эксперимент* / Под ред. *А.В. Клименко, В.М. Зорина.* – М.: Изд-во МЭИ, 2001 – 547 с.
7. *Теплоэнергетика и теплотехника: Кн.1* / Под ред. *А. В. Клименко, В. М. Зорина.* 3 - е изд. перераб. – М.: МЭИ, 1999 – 528 с.
8. *Теплоэнергетика и теплотехника: Общие вопросы* / Под ред. *А.В. Клименко, В.М. Зорина.* – М.: Изд-во МЭИ, 2000 – 510 с.
9. *Тепловые и атомные электрические станции: справочник* / под. общ. ред. *В.А Григорьева, В.М. Зорина.* – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
10. *Хзмаян Д.М.* Теория топочных процессов: учеб. пособие для вузов / *Д.М. Хзмаян.* – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.
11. *Эстеркин Р.И.* Котельные установи. Курсовое и дипломное проектирование / *Р.И. Эстеркин.* – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 280 с.

References

1. *Kemelman D. N.* Commissioning of boiler plants: reference / *D. N. Kemelman, A.B.Eskin.* – М.:Energoatomizdat,1989. – 320 P.
2. *Nechaev V. V.* Assessment of the environmental impact of heat and power enterprises on the environment: a methodological guide / *V. V. Nechaev, V. A. Bochkarev.* – Irkutsk: IrGSHA, –2013. – 50 P.
3. *Nechaev V.V.* Teplogeneriruyushchie ustanovki: ucheb. posobie dlya vyssh. agrar. ucheb. zavedenij: dopushcheno M-vom sel. hoz-va RF / *V.V. Nechaev, V.A. Bochkarev;* Irkutsk. gos.s.-h.akad.–Irkutsk:IrGSKHA,2010.–102P.
4. *Nechaev V. V.* Boiler units. Classification and designations: manual for students of higher agricultural institutions ,studying in the areas of 140100 / *V. V. Nechaev, V. A. Bochkarev,* – Irkutsk: IrGSHA, 2011. – 42 P.
5. Thermal calculation of boilers: standard method / SPb.: Publishing house of the NPO CKTI. - 1998. – 256 P.
6. Teoreticheskie osnovy teplotekhniki: Teplotekhnicheskij eksperiment / Pod red. *A.V. Klimenko, V.M. Zorina.*– М.: Izd-vo MEI, 2001 – 547 P.
7. Heat power Engineering and heat engineering: the 3rd edition , Revised book 1 / *A.V. Klimenko, V. M. Zorin.* – М.: MPEI, 1999 – 528 P.
8. Teploenergetika i teplotekhnika: Obshchie voprosy / Pod red. *A.V. Klimenko, V.M. Zorina.* – М.: Izd-vo MEI, 2000 – 510 P.
9. Teplovye i atomnye elektricheskie stancii: spravochnik / pod. obshch. red. *V.A. Grigor'eva, V.M. Zorina.* – 2-e izd., pererab. – М. : Energoatomizdat, 1989. – 608 P.
10. *Hzmalyan D.M.* Teoriya topochnyh processov: Ucheb. posobie dlya vuzov / *D.M. Hzmalyan.* – М.: Energoatomizdat, 1990. – 352 P.
11. *Esterkin R.I.* Kotel'nye ustanovi. Kursovoe i diplomnoe proektirovanie / *R.I. Esterkin.* – L. : Energoatomizdat. Leningr. otd-nie, 1989. – 280 P.

Сведения об авторе

Габидулин Денис Игоревич – магистрант, кафедры энергообеспечения и теплотехники Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, город Иркутск, п.Молодежный, e-mail: denis_gabidulin96@mail.ru).

Information about the author

Gabidulin Denis Igorevich – magisrtrant, kafedry energoobespecheniya i teplotekhniki Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk district, Irkutsk city, Molodezhnyj, e-mail: denis_gabidulin96@mail.ru).

УДК 621.311

БУДУЩЕЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ МОНГОЛИИ

Жаргалсайхан Мунхцэцэг, Лукина Г.В.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского
г. Иркутск, Россия

Техническая тенденция Монголии нацелена на: создание солнечных электростанций (СЭС) на основе ветро- и солнечных агрегатов мощностью от 10 до 100 кВт для обособленной работы и в составе ветродизельных электростанций; создания систем для накопления электроэнергии; изучения порядка работы ветровых электростанций (ВЭС) в условиях определенных энергосистем; выполнения работ по уменьшению затрат на монтаж и эксплуатацию, увеличения надежности их действия.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

Применение возобновляемых источников энергии (ВИЭ) позволит не только сохранить традиционное органическое топливо для новых поколений, но и повысить потенциальную возможность страны по использованию нефти и газа. Монголия имеет все виды альтернативных и возобновляемых ресурсов и способна ежегодно производить электричество в 2.6 ТВт.

Ключевые слова: электроэнергетика, возобновляемые источники энергии, энергия солнца, энергия ветра, энергетические ресурсы.

THE FUTURE OF MONGOLIA'S ELECTRIC POWER INDUSTRY

Jargalsaykhan Munkhtsetseg, G. V. Lukina

Irkutsk state agricultural University named by A. A. Yezhevsky,
Molodezhniy, Irkutsk district, Russia

The technical trend in Mongolia is aimed at: the creation of solar power plants (SPP) based on wind and solar units with a capacity of 10 to 100 kW for stand-alone operation and as part of wind-diesel power plants; creation of systems for the accumulation of electricity; studying the order of operation of wind power plants (WPP) in the conditions of certain power systems; performance of work to reduce the cost of installation and operation, increase the reliability of their operation. The use of renewable energy sources (RES) will allow not only preserving traditional fossil fuels for new generations, but also increasing the country's potential for using oil and gas. Mongolia has all kinds of alternative and renewable resources and is capable of producing 2.6 TW of electricity annually.

Keywords: electric power industry, renewable energy sources, solar energy, wind energy, energy resources.

Техническая система страны всегда характеризуется состоянием энергетики, основной задачей которой является выработка электрической энергии и ее транспортировка потребителям с преобразованием ее в различные виды энергии. С целью развития восточного региона еще в 1980 году была учреждена восточная (азиатская) сеть единых диспетчеров поставки электроэнергии (см. рис.1) [1].

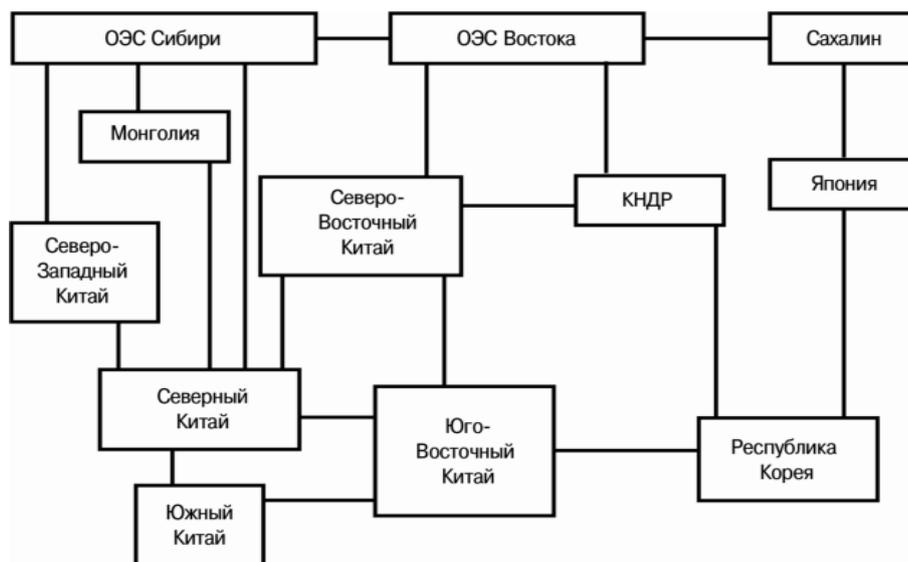


Рисунок 1 - Принципиальная схема межгосударственных электрических связей в Северо-Восточной Азии (СВА)

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

Страны с хорошо развитой промышленностью получают большую часть электроэнергии централизованно, на больших электростанциях, таких как ТЭС, АЭС, ГЭС и имеют хорошие энергетические нормативы благодаря «эффекту масштаба» посылают электроэнергию на значительные расстояния. Их место размещения зависит от многих факторов: экономических, экологических, географических и геологических, а также учитывает законы и нормативы безопасности и охраны среды.

К наиболее перспективным моментам будущей энергосистемы можно отнести возобновляемую (альтернативную) энергию, которая характеризуется при ее использовании экологической чистотой и неисчерпаемостью. В настоящее время она распространена не так широко как традиционная, но имеет ряд выгод при ее использовании благодаря простым и эффективным мерам снижения климатического изменения, замены и экономии традиционного топлива, снижения выбросов CO_2 [2].

Как известно, использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) является одним из простых и эффективных способов снижения климатических изменений, выбросов парниковых газов, а так же экономии и замещения ископаемого углеводородного топлива (см. рис. 2).

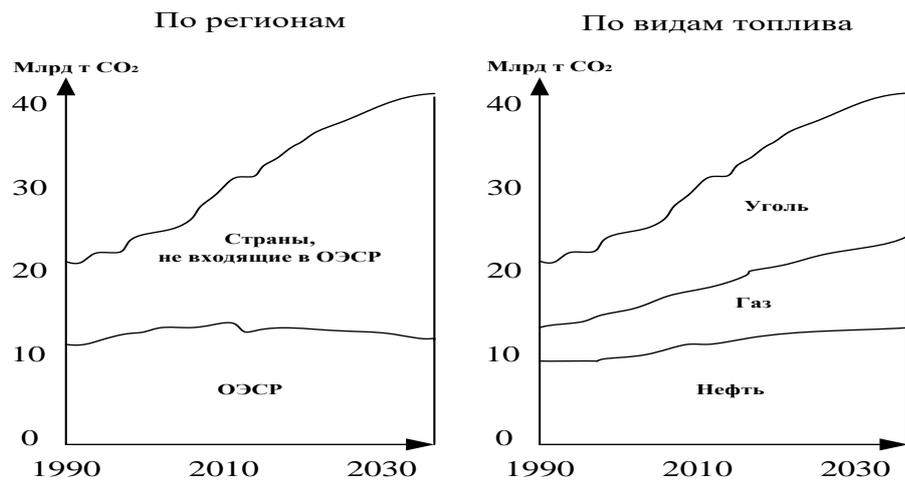


Рисунок 2 - Мировые выбросы углеводородные (CO_2) в результате потребления энергии

К настоящему моменту выделяют пять причин, подтверждающие значимость быстрого перехода к альтернативным источникам энергии (АИЭ) глобально-экологический; политический; экономический; социальный; эволюционно-исторический.

Практически во всех странах (Японии, Китае, России, Монголии и т.д.) разработаны и приняты ФЗ с разными льготными мерами по их применению – законы о Когенерации, внедрении электрической и возобновляемой энергии; снижение налогов для биотоплива и т.п. К 2020 г. использование энергии ветра планируется достичь до 477 ТВт·ч (34,8%), гидроэнергии - 384 ТВт·ч (28%), солнечной энергии до 220 ТВт·ч (16%) и т.д. Более

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

перспективной считается комбинированная выработка ЭЭ, которая составит к 2020 г – 3391 ТВт·ч, при общей доли ВИЭ 33÷40 % [3].

Таблица 1 - Доля возобновляемой энергии на 2020 г. по странам Восточно-Азиатского региона

№ п/п	Тип энергии	Доля возобновляемой энергии, ТВт·ч			
		2005 г.	2006 г.	2010 г.	2020 г.
1	Ветер	70.5	82	176	477 (34.8%)
2	Гидро	346.9	357.2	360	384 (28%)
3	Фотоэлектричество	1.5	2.5	20	180 (13.1%)
4	Биомасса	80	89.9	135	250 (18.3%)
5	Геотермальная	5.4	5.6	10	31 (2.3%)
6	Солнечные термодинамические станции	-	-	2	43 (3.1%)
7	Океаническая	-	-	1	5 (0.4%)
8	Всего ВИЭ	504.3	537.2	704	1370
9	Производство электроэнергии	3320	3361.5	-	-
10	Прогноз по базовому варианту	-	-	3568	4078
11	Прогноз по комбинированному варианту	-	-	-	3391
12	Доля ВИЭ, %	15.2	16	19.7	33.6 - 40.4
13	Доля ВИЭ без ГЭС, %	4.7	5.4	9.64	24.2 - 29.1

В Руководство Монголии в настоящее время все больше уделяют внимания развитию ВИЭ, в 2015 года разработали «Национальную программу возобновляемых источников энергии на 2005-2020 гг.», где установили задачу по возрастанию мощности электростанций на рассматриваемых видах энергий до 20%.

Разработка «Основных направлений государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года» по указу президента Монголии предполагает снижение энергоемкости ВВП страны, с этой целью правительство страны определяет необходимые значения целевых показателей объема производства и потребления электрической энергии с использованием ВИЭ в Монголии (кроме гидроэлектростанций установленной мощностью более 25 МВт): в 2010 году - 3-5 % ; в 2015 году - 5-10 %; в 2020 году - 20-25 %.

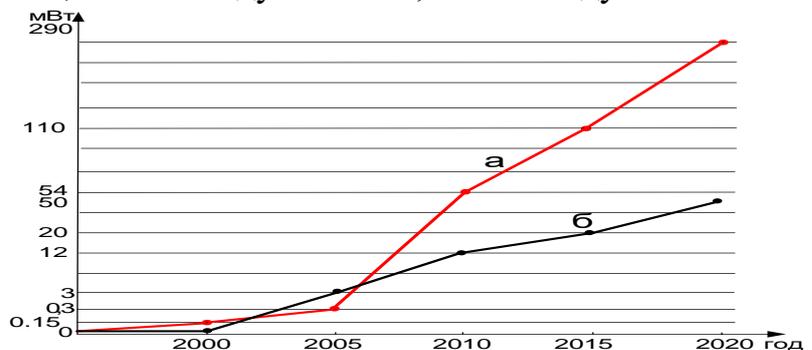


Рисунок 3 - Потенциал ветровой (а) и солнечной (б) энергии до 2020 год в Монголии

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

Таким образом, в Монголии законодательно закреплена реальная возможность получения финансирования со стороны государства под конкретные пилотные и типовые проекты по возобновляемой энергетике, которые можно будет тиражировать. С целью интенсификации работ в рассматриваемом направлении была разработана «Программа развития ВИЭ в Монголии до 2020 года», в которой планируется ввести к этому сроку свыше 100 МВт мощности, что должно обеспечить производство электроэнергии в объеме около 96 тысяч. кВт•ч, или 4,5 % от общего объема производства электроэнергии в Монголии к 2020 году. (см. рис. 3).

В таблице 2 представлены значения установленных мощностей ВИЭ по аймакам, которые в среднем составляют около 30230 кВт.

Таблица 2 - Установленная мощность возобновляемых источников энергии в Монголии

№	Аймак	Источники электроэнергии	Установленная мощность, кВт
1	Завхан	“Богдын гол” ГЭС	2000
		“Идэр” ГЭС	375
		“Галуутай” ГЭС	150
		“Хунгуйн гол” ГЭС	115
		“Ургамал” СЭС	150
		“Дорволжин” СЭС	150
2	Гоби-Алтай	“Тайшир” ГЭС	11000
		“Гуулин” ГЭС	400
		“Алтай” СЭС	200
		“Цээл” СВЭС	150
		“Бугат” СЭС	140
3	Ховд	“Цогт” СЭС	100
		“Уенч” ГЭС	960
		“Манхан” ГЭС	150
		“Монххайрхан” ГЭС	150
		“Цэцэг” СЭС	100
4	Дорногоби	“Мандах” СВЭС	200
		“Хатанбулаг” ВЭС	150
6	Омногоби	“Ноён” СЭС	200
7	Увс	“Ондорхангай” ГЭС	200
8	Хубсугул	“Эрдэнэбулган” ГЭС	200
9	Оборхангай	“Хархорин” ГЭС	600
	Итого		30230

Выработка электрической энергии в Монголии на базе ВИЭ, включая малые ГЭС представлена на графике (см. рис. 4).

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

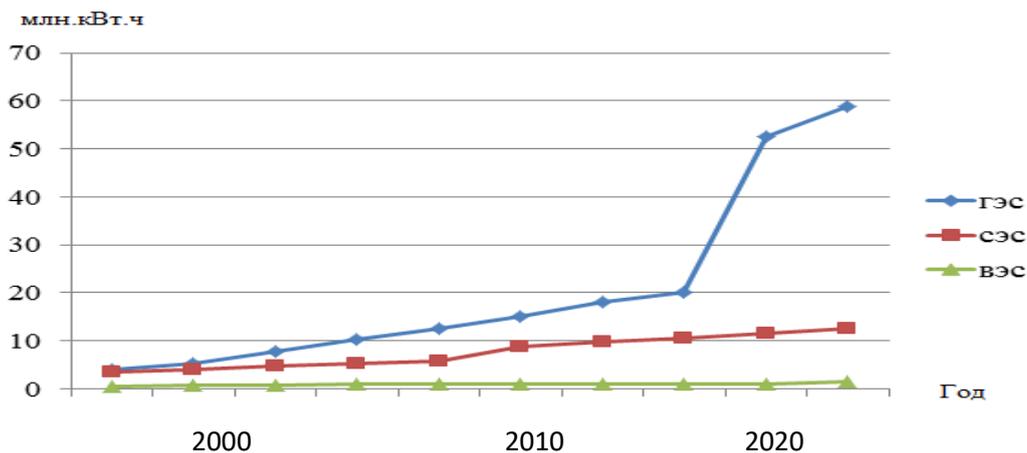


Рисунок 4 - Выработка электрической энергии В Монголии на базе ВИЭ, включая малые ГЭС млн. кВт.ч

Проект «Доступ к возобновляемым источникам энергии и электроэнергии в сельской местности» Монголии является пятилетним проектом ГЭФ/ВБ, который начался еще в 2006 году. Целью проекта считается: расширение доступа к электроэнергии для кочевого населения, занимающегося животноводством; сокращение издержек и повышение надежности электроснабжения не подключенных к энергосистеме центров соумов; устранение барьеров масштабному расширению использования возобновляемой энергии; сокращение выбросов диоксида углерода[4].

Вывод. Использование энергии ветра и солнца для производства электрической энергии имеет большое преимущество. Как отмечалось ранее, по сравнению с традиционными энергоресурсами энергия ветра и солнца бесконечна и бесплатна. Ее использование не вырабатывает экологически вредных газов, вызывающих климатические изменения. Однако существуют и недостатки, связанные с энергией ветра и солнца, наиболее важным из которых является их неустойчивый характер - низкая плотность энергии; необходимость использования концентраторов, т.е. устройств, позволяющих увеличить плотность солнечной энергии; непостоянный, вероятностный характер поступления энергии (солнце, ветер, в меньшей степени ГЭС); необходимость аккумуляции и резервирования (солнечная, ветровая). Энергетическая политика Монголии XXI века будет основываться на использовании нетрадиционных возобновляемых экологически чистых источников энергии: солнечная энергия, энергия ветра, тепло Земли, воды, наружного воздуха и т.п.

Список литературы

1. Боумен Дуглас. Предлагаемая структура конкурентного электроэнергетического рынка ЦЭС Монголии. Проект реформ и конкурентоспособности экономической политики Монголии (EPRC).- Улан-Батор: Монголия, 14 ноября 2008 г.-204с.

2. Лунгвалл Кристер. Перспективы развития Азии 2010, Восточная Азия, глава «Монголия». /К. Лунгвалл (Asian Development Outlook 2010, East Asia, Chapter Mongolia,

Christer Ljungwall), Постоянное представительство АБР в Монголии. - Улан-Батор, 2008-94с.

3. *Мировая энергетика: состояние, проблемы, перспективы. /Под ред. В. Бушueva. – М.: Энергия, 2007.-604с.*

4. *Прокофьев И.* Мир учится экономить энергоресурсы //Мировая энергетика. – 2007. – № 8. – С. 48-49.

References

1. *Boumen Douglas.* Predlagaemay struktura konkurentnogo elektroenergeticheskogo rinka CES Mongolii. Proekt reform I konkurentnosposobnosti ekonomicheskoy politiki Mongolii (EPRC).- Ulan-Bator: Mongoliy, 14 noyabry 2008g. - 204 P.

2. *Lungvall Krister.* Perspektivi razvitiy Azii 2010, Vostochnay Azii, glava «Mongoliy»./*K. Lungvall* (Asian Development Outlook 2010, East Asia, Chapter Mongolia, Christer Ljungwall), Postoynoe predstavitelstvo ABR v Mongolii.- UlanBator,2008 – 94 P.

3. *Mirovay energetika: sostoyanie, problemi, perspektivi./Pod red. V. Bushueva. - М.: Energiy, 2007. - 604 P.*

4. *Prokofyev I.* Mir uchitsy ekonomit energoresursy//Mirovay energetika. – 2007.- no 8. - pp.48-49.

Сведения об авторах

Жаргалсайхан Мунхцэцэг – студенты 2-го курса, направления подготовки 13.03.02, энергетический факультет, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный, тел.

Лукина Галина Владимировна – к.т.н., доцент кафедры электроснабжения и электротехники, энергетический факультет, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный. Тел.89501104960, e-mail: lukinagv@yandex.ru .

Information about the authors

1. **Jargalsaychan Munchceceg** - 2nd year student, areas of training 13.03.02, faculty of energy, Irkutsk state agrarian University named after A. A. Yezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Youth village.

2. **Galina Lukina** - Ph. D., associate Professor of the Department of power supply and electrical engineering, faculty of energy, Irkutsk state agrarian University named after A. A. Yezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny village. Tel. 89501104960, e-mail: lukinagv@yandex.ru .

УДК 621.316

ПРИЧИНЫ ПЕРЕБОЕВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В ОФИСНЫХ ЗДАНИЯХ

Комарова Е.Б.

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

В данной работерассмотрены причины перебоев электроснабжения в офисных зданиях ООО «Иркутской энергосбытовой компании». ООО «ИРМЕТ» были проведены замеры показателей качества электроэнергии. В результате измерений были зафиксированы провалы напряжения в период измерений. Дополнительно приведены:

график отклонений фазных напряжений, график коэффициентов несимметрии напряжений по нулевой и обратной последовательности, график коэффициентов искажения синусоидальности фазных напряжений. В результате были сделаны выводы, что из-за некачественной электроэнергии по линии 0,4 кВ происходит выход из строя управляющей аппаратуры светильников. Было решено источники бесперебойного питания (ИБП) выделить в отдельную группу и подключить от другого источника питания, не связанного с питанием группы освещения.

Ключевые слова: график коэффициентов, электроснабжение, источник бесперебойного питания, провалы напряжения, измерение.

REASONS FOR INTERRUPTIONS OF POWER SUPPLIES IN OFFICE BUILDINGS

Komarova E.B.

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

This paper discusses the causes of power outages in the office buildings of LLC Irkutsk Energy Retail Company. IRMET LLC carried out measurements of power quality indicators. As a result of the measurements, voltage dips were recorded during the measurement period. The following are additionally shown: a graph of deviations of phase voltages, a graph of coefficients of asymmetry of stresses along the zero and reverse sequences, a graph of distortion coefficients of the sinusoidal phase stresses. As a result, it was concluded that due to poor-quality electricity along the 0.4 kV line, the control equipment of the luminaires breaks down. It was decided to separate the uninterruptible power supplies (UPS) into a separate group and connect them from another power source not related to the power supply of the lighting group.

Keywords: coefficient chart, power supply, uninterruptible power supply, voltage dips, measurement.

Электроснабжение характеризуется надежностью и качеством. К понятию качества в первую очередь относится качество электроэнергии, на которое влияют различные нарушения и искажения формы питающего напряжения. Эти нарушения могут поступать из энергосистемы: например, грозовые импульсы, коммутационные перенапряжения вследствие коммутации участков электрической сети, провалы и отклонения напряжения во время автоматического включения резерва (АВР) и переключения потребителей на другие источники питания. Искажения в электрическую систему нередко вносят и сами электроприемники с резкопеременным и нелинейным характером нагрузки: всевозможные преобразователи, промышленные потребители, электрический транспорт и т. д. Подобные свойства электроприемников относятся к электромагнитной совместимости – способности технических средств функционировать с требуемым качеством в заданной электромагнитной обстановке, не создавая недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам.

Показатели качества электроэнергии в электрических сетях, находящихся в собственности потребителей, регламентируются отраслевыми стандартами и иными нормативными документами, но они не должны быть

ниже норм ГОСТа для точек общего присоединения [1]. Когда указанные отраслевые стандарты и иные нормативные документы отсутствуют, нормы настоящего стандарта обязательны для электрических сетей потребителей электроэнергии. Устанавливаемые ГОСТом показатели качества электроэнергии определяют предельный уровень электромагнитной совместимости для кондуктивных электромагнитных помех в системах электроснабжения общего назначения. При соблюдении этих норм обеспечивается электромагнитная совместимость электрических сетей систем электроснабжения общего назначения и электрических сетей потребителей электроэнергии (приемников электроэнергии), не возникает нарушений и помех в работе оборудования вследствие неудовлетворительного качества электроснабжения.

Руководство ООО «Иркутская энергосбытовая компания» обратилась с проблемой частого отключения ПК в офисном здании. Согласно заявке, компанией ООО «ИРМЕТ» были проведены замеры показателей качества электроэнергии.

В результате проведенного анализа измерений (Протокол № 2349/119) на объекте ООО «Иркутская Энергосбытовая компания» Информационно-справочный центр, Иркутская область, г. Иркутск, ул. Депутатская 83, 3 этаж, ЩО-1, 0,4кВ, в период с 8 июня по 12 июня 2018 года с 12:00, выявлены следующие отклонения показателей качества (табл.1):

- коэффициент гармонических составляющих напряжения по 3-ей, 15-ой и 21 гармонике;
- коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности 6,96%.

Кроме того, суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения составляет 8%.

Все факторы подтверждают наличие в общей электрической сети источников бесперебойного питания (ИБП), генерирующие в сеть высокочастотные составляющие напряжения и тока [3, 4].

В общей сети находится группа освещения на светодиодных источниках, которые в управляющей части имеют конденсаторы, чувствительные к перегрузкам, вызываемым присутствием высших гармоник напряжения.

Таблица 1 –Провалы напряжения в период измерений

Провалы			
Дата	Время	dUпр, %	Dtпр, с
08.06.18	13:13:12	10,000	0,090
12.06.18	10:46:10	14,500	0,150

В результате некачественной электроэнергии по линии 0,4кВ происходит выход из строя управляющей аппаратуры светильников.

В период проведения измерений произошло два провала напряжения, на величину более 10% от номинального напряжения. Несмотря на

незначительное время, около 0,1 с, мог произойти сбой работы высокочувствительной электронной аппаратуры [5].

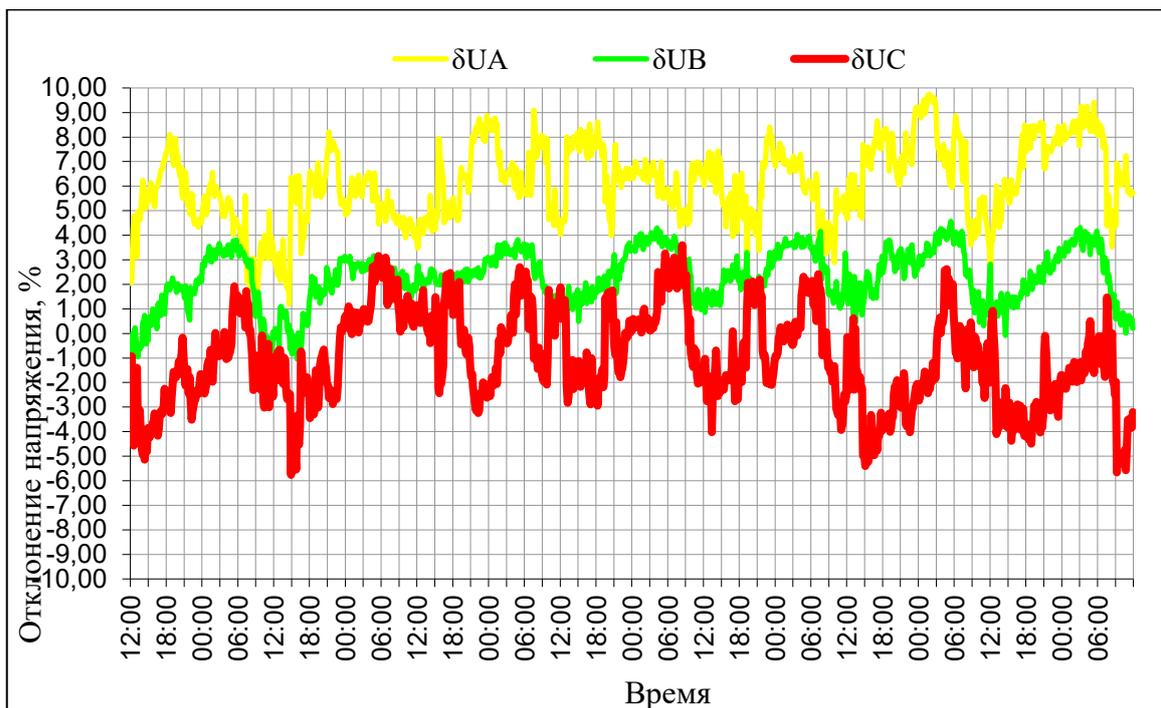


Рисунок 1 – Графики отклонений фазных напряжений

Отклонение напряжения характеризуется показателем установившегося отклонения напряжения (рис. 1). Для него определены нормально допустимые и предельно допустимые значения отклонения на выводах приемников электроэнергии, 10% от номинального напряжения электрической сети. Этот показатель достаточно существенен, так как от его значений зависит работоспособность блоков питания.

Обратим внимание на изменчивость коэффициента асимметрии напряжений по нулевой и обратной последовательности (рис. 2) и ход коэффициентов искажения синусоидальности фазных напряжений (рис.3).

Нормально допустимые и предельно допустимые значения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения должны быть не более 8% в точках общего присоединения к электрическим сетям с номинальным напряжением 380/220 В. Этот показатель не оказывает непосредственного влияния на качество электроснабжения инфокоммуникаций, поскольку современные блоки питания могут нормально работать от источников питания, у которых форма кривой напряжения близка к прямоугольной (меандр). Вместе с тем, несинусоидальное напряжение способно оказать вредное воздействие на обеспечивающее оборудование, например, на двигатели компрессоров и вентиляторов систем кондиционирования технологических помещений [2, 6, 7].

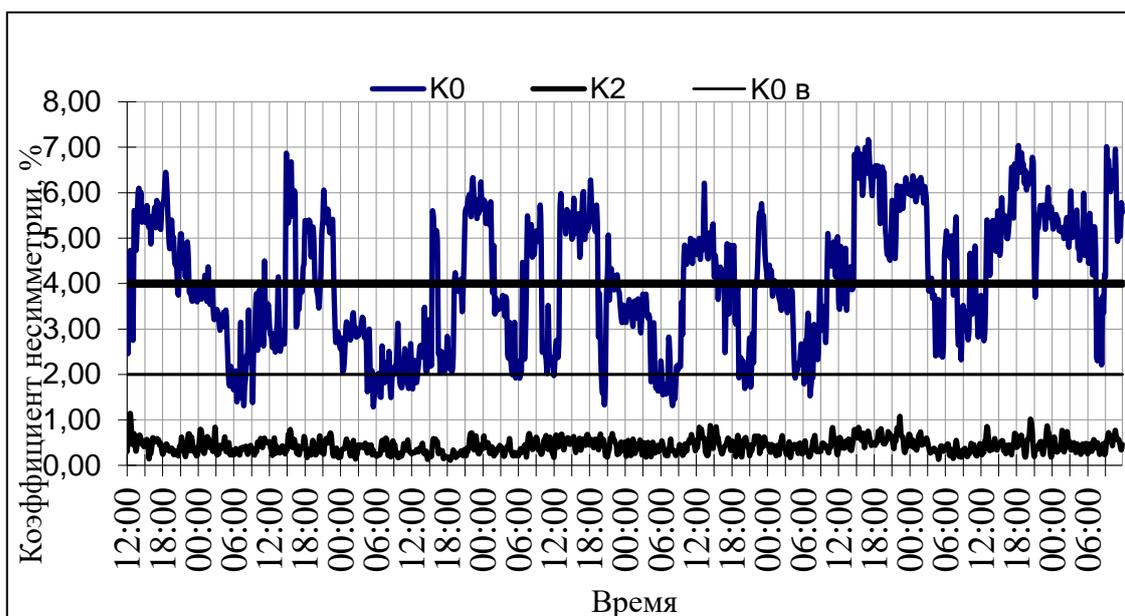


Рисунок 2 – Графики коэффициентов несимметрии напряжений по нулевой и обратной последовательности

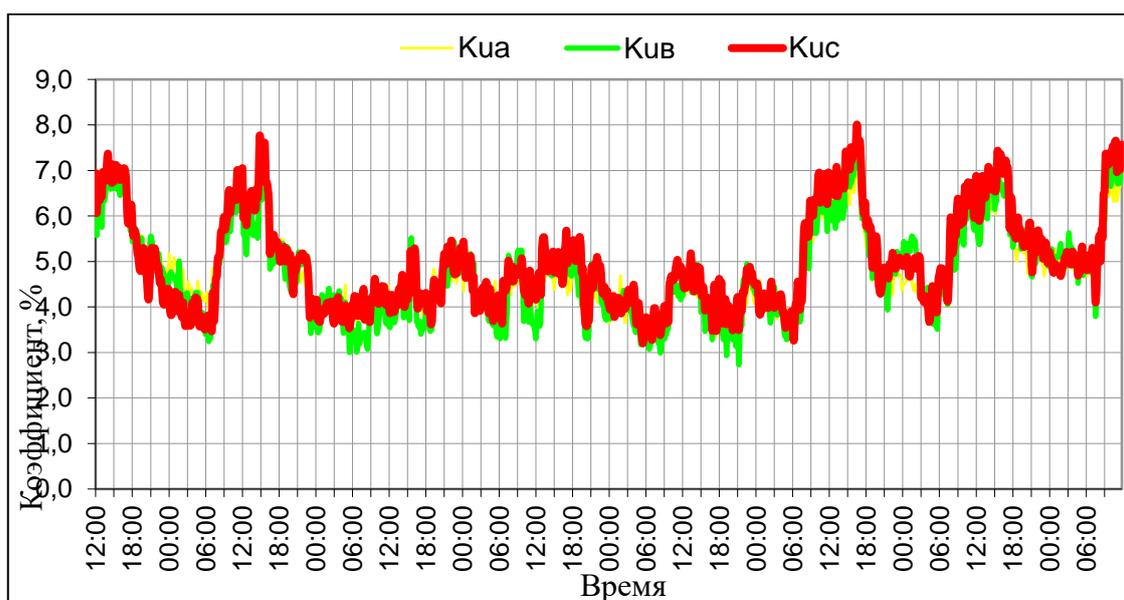


Рисунок 3 – Графики коэффициентов искажения синусоидальности фазных напряжений

Следует также заметить, что данный вид искажений характерен для сетей электроснабжения промышленных предприятий, но не для жилых и офисных зданий.

На рис. 4 показана связь коэффициентов гармонических составляющих напряжения U_{av} от номера гармоники.

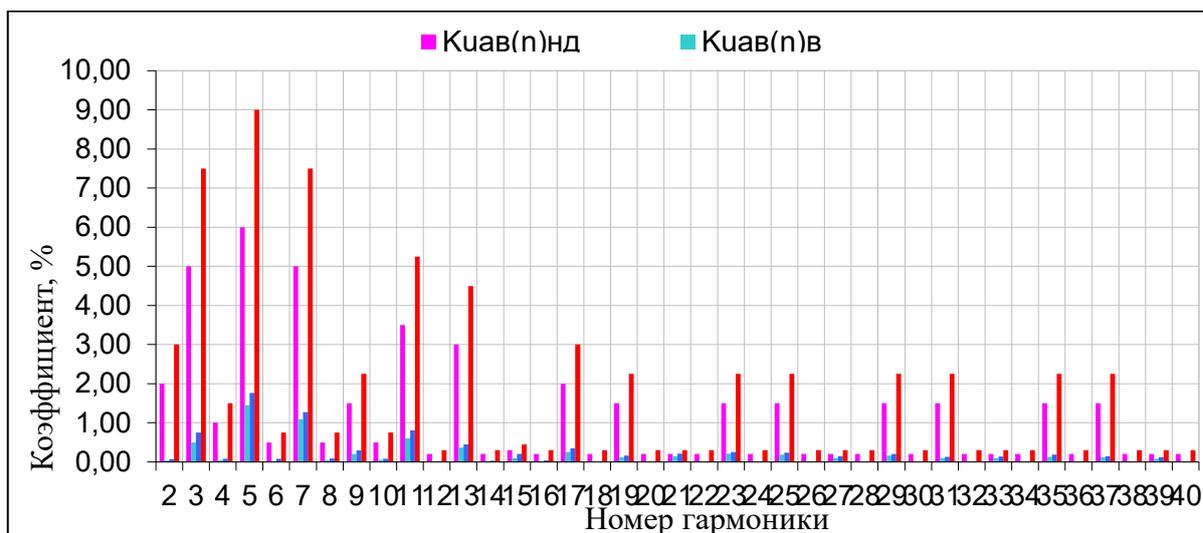


Рисунок 4 – Коэффициенты n -ых гармонических составляющих напряжения $U_{ав}$

Обеспечение качества электроснабжения и его надежность достигаются различными схемными решениями и применением специального оборудования. Широкое распространение получило наиболее универсальное средство обеспечения качества и надежности электроснабжения инфо коммуникаций – источники бесперебойного питания [8 - 10].

Источники бесперебойного питания (ИБП) выделить в отдельную группу и подключить от другого источника питания, не связанного с питанием группы освещения.

Список литературы

1. ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».
2. Козлов В.А. Городские распределительные сети. Л.: Энергоатомиздат, /В.А. Козлов.:Ленингр. Отделение. – 1982,–224 с.
3. Кудряшев Г.С. Технические средства для нормализации качества электрической энергии / Г.С. Кудряшев, А.Н. Третьяков, О.Н. Шпак // Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса: мат. всеросс. науч.-практ. конф. с международ. уч., посвящ. памяти А.А. Ежевского, Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ, - 2018.
4. Кудряшев Г.С. Снижение энергоемкости на предприятиях АПК на примере СХ ОАО «Белореченское» / Г.С. Кудряшев, А.Н. Третьяков, С.В. Батищев // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – №2(27). – С 127-131.
5. Кудряшев Г.С. Комплексный подход при оптимизации режимов работы электрических сетей предприятий АПК / Г.С. Кудряшев, А.Н. Третьяков, О.Н. Шпак // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – №2. – С. 63-66.
6. Мукосеев Ю.Л. Электроснабжение промышленных предприятий / Ю.Л. Мукосеев. М, Энергия–2018. –584 с.
7. Овчаренко А.С. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий: Проектирование и расчет // А.С. Овчаренко, Д.И. Розинский. – 1985, –279 с.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

8. *Сербиновский Г.В.* Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Промышленные электрические сети /*Г.В.Сербиновский*: М. Энергия, – 1980.–576 с.
9. *Сербиновский Г.В.* Справочник по электроснабжению промышленных предприятий: Электрооборудование и автоматизация /*Г.В. Сербиновский*: М.Энергоиздат. – 1980. – 624 с.
10. *Федоров А.А.* Электроснабжение промышленных предприятий 3-е изд., / *А.А. Федоров*: М.: Госэнергоиздат,–1961. – 744 с.

References

1. GOST 32144-2013 «Elektricheskaya energiya. Sovmestimost' tekhnicheskikh sredstv elektromagnitnaya. Normy kachestva elektricheskoy energii v sistemakh elektrosnabzheniya obshchego naznacheniya».
2. Kozlov V.A. Gorodskiyе raspredelel'nyye seti. L.: Energoatomizdat, /*V.A. Kozlov*.:Leningr. Otdeleniye. – 1982,–224 P.
3. Kudryashev G.S. Tekhnicheskiye sredstva dlya normalizatsii kachestva elektricheskoy energii / *G.S. Kudryashev, A.N. Tret'yakov, O.N. Shpak* // Problemy i perspektivy ustoychivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: mat. vseross. nauch.-prakt. konf. s mezhdunarod. uch., posvyashch. pamyati *A.A. Yezhevskogo*, Irkutsk: Izd-vo Irkutskogo GAU, -2018.
4. Kudryashev G.S. Snizheniye energoyemkosti na predpriyatiyakh APK na primere SKH OAO «Belorechenskoye» / *G.S. Kudryashev, A.N. Tret'yakov, S.V. Batishchev* // Innovatsii v sel'skom khozyaystve. – 2018. – №2(27). – pp 127-131.
5. Kudryashev G.S. Kompleksnyy podkhod pri optimizatsii rezhimov raboty elektricheskikh setey predpriyatiy APK / *G.S. Kudryashev, A.N. Tret'yakov, O.N. Shpak* // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – no 2. – pp. 63-66.
6. Mukoseyev YU.L. Elektrosnabzheniye promyshlennykh predpriyatiy / *YU.L. Mukoseyev, M. Energiya*–2018. –584 P.
7. Ovcharenko A.S. Spravochnik po elektrosnabzheniyu promyshlennykh predpriyatiy: Proyektirovaniye i raschet // *A.S. Ovcharenko, D.I. Rozinskiy*. – 1985, –279 P.
8. Serbinovskiy G.V. Spravochnik po elektrosnabzheniyu promyshlennykh predpriyatiy. Promyshlennyye elektricheskkiye seti /*G.V.Serbinovskiy*: М. Energiya, – 1980.–576 P.
9. Serbinovskiy G.V. Spravochnik po elektrosnabzheniyu promyshlennykh predpriyatiy: Elektrooborudovaniye i avtomatizatsiya /*G.V. Serbinovskiy*: М.Energoizdat. – 1980. – 624 P.
10. Fedorov A.A. Elektrosnabzheniye promyshlennykh predpriyatiy 3-ye izd., / *A.A. Fedorov*: М.: Gosenergoizdat,–1961. – 744 P.

Сведения об авторе

Комарова Евгения Борисовна – студентка второго курса энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89996421388, e-mail: evgeniya_komarova_1996@mail.ru).

Information about the author

Komarova Evgenia Borisovna - second-year student of the Faculty of Energy, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk district, Irkutsk Region, Molodezhny, tel. 89996421388, e-mail: evgeniya_komarova_1996@mail.ru).

УДК 62-91

ОЦЕНКА СРОКА СЛУЖБЫ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Купецких И.В., Алтухов С.В.

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

Вопросы надёжности электрооборудования, в частности, электродвигателей, их продолжительной и безотказной работы являются важными для производительной и эффективной работы предприятий любых форм. Наиболее широкое распространение, как в промышленности, так и в сельском хозяйстве получили асинхронные электродвигатели. Их доля в общем количестве электродвигателей составляет 90%, и по прогнозам ещё много десятилетий они будут выполнять функции преобразователей электрической энергии в механическую.

Для осуществления правильной и надёжной защиты электродвигателей необходимо знать причины их отказов. В работе анализируются основные причины отказов электродвигателей, а также возможные способы оценки срока службы асинхронных двигателей.

Ключевые слова: надёжность электрооборудования, аварийный режим, асинхронный двигатель, мощность, срок службы.

EVALUATION OF THE SERVICE LIFE OF ASYNCHRONOUS MOTORS

Kupetsky, I.V., Altukhov S. V.

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

Issues of reliability of electrical equipment, in particular electric motors, their long-term and trouble-free operation are important for the productive and efficient operation of enterprises of all forms. Asynchronous electric motors are the most widely used in both industry and agriculture. Their share in the total number of electric motors is 90%, and it is predicted that for many decades they will serve as converters of electrical energy into mechanical energy.

To ensure proper and reliable protection of electric motors, it is necessary to know the reasons for their failures. The work analyzes the main causes of failures of electric motors, as well as possible ways to assess the service life of induction motors.

Keywords: reliability of electrical equipment, emergency mode, asynchronous motor, power, service life.

Самый распространенный тип двигателя, используемый в электроприводе технологических процессов производств, это асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. Он потребляют большую часть вырабатываемой электроэнергии. Рациональному использованию электродвигателей препятствует их неэффективная эксплуатация [19]. Это происходит по следующим причинам: недостаточное охлаждение, неправильный выбор электродвигателя (перегрузка по току), неполнофазные режимы работы (обрыв фазы), заклинивание ротора, пониженное сопротивление изоляции, окружающие условия эксплуатации (сырость, наличие агрессивной среды).

Из перечисленных данных основной аварийный режим электродвигателей в сельском хозяйстве, это обрыв фазы.

Данный тип двигателя, как правило, рассчитан на срок службы до 20 лет без капитального ремонта при условии эффективной его эксплуатации. Под эффективностью эксплуатации понимается работа в соответствии с номинальными параметрами, указанными в паспорте АД. На производстве наблюдаются отклонения от номинальных режимов эксплуатации.

Разработано значительное количество различных переносных, встроенных, и стационарных диагностических устройств и приспособлений для диагностики электродвигателей и их отдельных элементов [10, 14, 16, 20, 21]. Широко используются комплексы по диагностике проверки асинхронных двигателей в процессе эксплуатации [6, 21].

Для эффективности использования и сокращения средств на ремонт и техническое обслуживание на кафедре электрооборудования и физики Иркутского ГАУ разработаны методы диагностики асинхронных электродвигателей в условиях эксплуатации [3, 5, 11, 13, 15, 17, 18]. В сельскохозяйственных предприятиях, где внедряется диагностика, снижается количество непредвиденных отказов и увеличивается срок службы асинхронных двигателей.

Более половины эксплуатируемых асинхронных двигателей побывали в капитальном ремонте хотя бы один раз [1,9]. В основном отказы асинхронных двигателей связаны с повреждением изоляции обмоток и распределяются следующим образом: пробой межвитковой изоляции, межвитковые замыкания и механические повреждения подшипниковых узлов [12]. Поэтому, срок службы асинхронного электродвигателя определяется, в основном, качеством изоляции обмоток.

Надёжность это свойство машины выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки. Надёжность является комплексным показателем. Она в зависимости от назначения машины и условий ее эксплуатации может включать в себя безотказность, долговечность и сохраняемость. Показатель долговечности – срок службы, а его прогнозирование сводится к расчёту надёжности электрической машины [10].

Надёжность двигателей электроприводов во всех областях промышленности очень низкая. Срок службы новых электродвигателей на предприятиях агропромышленного комплекса составляет не более 3 лет. Ежегодно выходят из строя около 30% парка электрических машин. После ремонта срок службы большинства из них не более 1,5 года. Двигатель после 2 - 3 ремонтов утилизируется, так как дальнейшая эксплуатация не эффективна.

В тех случаях, когда двигатель работает в животноводческом помещении, оценить скорость процесса старения изоляции или срок службы

машины довольно сложно. Известны зависимости, связывающие срок службы изоляции определенного класса прогнозирующие его работу в помещениях с постоянным уровнем температуры и влажности.

В результате исследований выявлено, что повышение температуры на каждые 8° сверх предельно допустимой сокращает срок службы двигателя вдвое. Поэтому было сформулировано правило «восьми градусов» (правило Монтзигера)[2, 10].

$$R_{\tau_{\text{пер}}} = R_t 2^{\frac{\tau - \tau_{\text{пер}}}{\Delta\tau}} = R_t e^{-b\tau_{\text{пер}}}, \quad (1)$$

где $R_{\tau_{\text{пер}}}$ - срок службы при увеличенной температуре; R_t - срок службы при температуре τ (для данного класса изоляции А 7 лет); $\Delta\tau$ - постоянное приращение температуры (находится в диапазоне 8 - 10 К), b - коэффициент, класса изоляции.

Значения $\Delta\tau$ получено экспериментальным путем.

Такой расчёт учитывает лишь тепловое старение, хотя при работе машины происходят механические и электрические воздействия, поэтому разрушение изоляции от пробоя произойдёт раньше.

Качество питающего напряжения оказывает большое влияние на срок службы асинхронного двигателя и регламентируется ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

По данным авторов [7] при снижении напряжения на 2% срок службы снижается на 10,8%, при снижении напряжения на 4 - 10%, срок службы асинхронного двигателя сокращается вдвое. Сопротивление обратной последовательности двигателей в 5 - 8 раз меньше чем сопротивление прямой. Поэтому даже незначительная асимметрия напряжений в (1%) создает несимметрию токов 7 - 9% в обмотках.

Токи обратной последовательности вызывают дополнительный нагрев, что приводит к существенному снижению срока службы АД. В работе [22] приводится формула для расчета температуры обмоток $\tau_{\text{пер}}$ асинхронного двигателя в функции несимметрии напряжения $\epsilon_{\text{и}}$:

$$\tau_{\text{пер}} = \tau [1 + 2(\epsilon_{\text{и}}\%)^2], \quad (2)$$

где τ - температура при симметричном напряжении, $\epsilon_{\text{и}}$ - коэффициент несимметрии напряжений равный отношению напряжения обратной последовательности к номинальному.

Поэтому при $\epsilon_{\text{и}} = 3,5\%$ температура обмоток повышается на 25%.

Если асинхронный двигатель работает при пониженном напряжении, то из-за ускоренного износа срок службы его уменьшается. Приблизённо срок службы изоляции R можно определить по формуле:

$$R = \frac{R_{\text{ном}}}{K_U}, \quad (3)$$

где $R_{\text{ном}}$ - срок службы при номинальном напряжении и нагрузке, K_U - коэффициент, зависящий от отклонения напряжения и коэффициента загрузки двигателя.

Авторами в работе [7] установлено, что наиболее достоверным расчётом срока службы двигателя является расчет с учётом факторов питающего напряжения, коэффициента загрузки, температуры обмотки и окружающей среды

Нами были проанализированы выходы из строя электродвигателей, осевых вентиляторов ВО-7,1 в СХ ПАО Белореченское [8], установленных на птицефабрике (таблица 1).

Таблица 1 – Данные о выходе из строя двигателей $P_n=0,37$ кВт за последние 4 года

Год	2015	2016	2017	2018
Количество двигателей, вышедших из строя	23	58	51	42

Анализируя полученные данные можно сделать следующие выводы.

1. Срок службы является основным показателем энергетической эффективности асинхронного двигателя.

2. Срок службы двигателя зависит от симметрии питающего напряжения, коэффициента загрузки, температуры обмотки и окружающей среды.

3. Установлено, что у двигателей $P_n=0,37$ кВт срок службы в хозяйстве составляет для новых 2-3 года, а для отремонтированных - в среднем полгода.

Список литературы

1. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей [Электронный ресурс]: утв. приказом Минэнерго РФ от 13 января 2003 г. № 6. – Режим доступа: <http://www.elec.ru/viewer?url=/library/rd/pteep.pdf>. – 17.01.2020.

2. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 2014-07-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 20 с.

3. Амплитуда колебаний частоты вращения ротора как параметр оценки эксцентриситета ротора асинхронного двигателя / А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, М.Н. Герасимова [и др.] // Вестник Ангарского государственного технического университета. – 2016. – № 10. – С. 70-73.

4. Аппаратный комплекс для исследования работы асинхронного двигателя / А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, М.Н. Герасимова [и др.] // Вестник Ангарского государственного Технического университета. – 2016. – № 10. – С. 63-65.

5. *Боннет В.В.* Статистическая оценка параметров изменения частоты вращения ротора асинхронного двигателя / *В.В. Боннет, А.Ю. Прудников* // Вестник ИрГСХА. – 2017. – Вып. 80. – С. 125-130.
6. Диагностический комплекс исследования работы асинхронного двигателя в переходных режимах / *А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, М.Н. Герасимова [и др.]* // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы VII междунар. науч.-практ. конф., (18 апр. 2016 г.). – Саратов, 2016. – С. 189.
7. *Закладной А.Н.* Методы оценки срока службы асинхронных электродвигателей / *А.Н. Закладной, О.А. Закладной* // Энергетика та електрифікація. – 2010. – № 4. – С. 63-67.
8. *Боннет Я.В.* Результаты экспериментального испытания осевых вентиляторов / *Я.В. Боннет, М.В. Боннет* // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК : материалы VIII Нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Чтения И. П. Терских», посвящ. 85-летию Иркут. ГАУ, 26-27 сент. 2019 г. – Молодежный : Изд-во ИрГАУ, 2019. – С. 130-140.
9. Концепция обеспечения надежности в электроэнергетике / *Н.И. Воронай, Г.Ф. Ковалев, Ю.Н. Кучеров [и др.]*. – М.: Энергия, 2013. – 212 с.
10. *Котеленец Н.Ф.* Испытания и надежность электрических машин / *Н.Ф. Котеленец, Н.Л. Кузнецов*. – М.: Высшая школа, 1985. – 232 с.
11. *Логинов А.Ю.* Определение степени загрузки асинхронного двигателя центробежного вентилятора / *А.Ю. Логинов, А.Ю. Прудников, Я.В. Боннет* // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии : материалы VIII междунар. науч.-практ. конф., (23-24 мая 2019 г.). – Иркутск, 2019. – С. 8-17.
12. Мегаомметры Е6-24, Е6-24/1 и Е6-24/2 [Электронный ресурс] : руководство по эксплуатации РЛПА.411218.001РЭ. – Режим доступа: http://radio-service.ru/upload/docs/E6%2024/RE_E6-2_4_v24.pdf. – 18.01.2020.
13. Определения эксцентриситета ротора асинхронного двигателя / *А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, М.Н. Герасимова [и др.]* // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы VII междунар. науч.-практ. конф., (18 апр. 2016 г.). – Саратов, 2016. – С. 183-188.
14. *Прудников А.Ю.* Анализ методов определения работоспособности асинхронных электродвигателей в процессе эксплуатации / *А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, А.Ю. Логинов* // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., (Саратов, 01 – 30 апр. 2013 г.). – Ижевск, 2013. – С. 273-276.
15. *Прудников А.Ю.* Математическая модель асинхронного двигателя с эксцентриситетом ротора / *А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, А.Ю. Логинов* // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6 (105). – С. 94-97.
16. *Синельников А.М.* Анализ методов диагностики неисправностей электрических машин / *А.М. Синельников, В.В. Боннет* // Вестник ИрГСХА. – 2008. – Вып. 30. – С. 111-114.
17. *Синельников А.М.* Математическая модель диагностики асинхронного двигателя в процессе пуска / *А.М. Синельников, В.В. Боннет* // Вестник ИрГСХА. – 2009. – Вып. 36. – С. 109-115.
18. *Синельников А.М.* Метод определения технического состояния асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в процессе пуска / *А.М. Синельников, В.В. Боннет* // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 4 (43). – С. 201-203.
19. *Синельников А.М.* Техническое обслуживание и эффективность диагностирования асинхронных электродвигателей / *А.М. Синельников, В.В. Боннет* // Вестник ИрГСХА. – 2009. – Вып. 37. – С. 94-98.
20. Способ определения технического состояния асинхронного двигателя в процессе пуска: пат. 2485534 Рос. Федерация: МПК7 G 01 R 31/34, H 02 K 15/02 / *В.В.*

Боннет, А.М. Синельников, А.Ю. Логинов; заявитель и патентообладатель Иркут.гос. с.-х. акад. – № 2011143004/07; заявл. 24.10.2011; опубл. 20.06.2013, Бюл. № 17. – 5 с.

21. Способ определения эксцентриситета ротора асинхронного электродвигателя: пат. 2589743 Рос. Федерация: МПК7 G 01 R 31/34, H 02 K 17/16 / *А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, А.Ю. Логинов, В.В. Потапов*; заявитель и патентообладатель Иркут.гос. с.-х. акад. – № 2014125793/07; заявл. 25.06.2014; опубл. 10.07.2016, Бюл. № 19. – 6 с.

22. *Шидловский А.К.* Повышение качества энергии в электрических сетях / *А.К. Шидловский, В.Г. Кузнецов*. – Киев: Наук.думка, 1985. – 268 с.

References

1. Pravilatekhnicheskoyeksploatatsiielektrostanovokpotrebitelej [Rules for the technical operation of electrical installations of consumers] [Elektronnyjresurs]: utv. prikazomMinenergo RF ot 13 yanvarya 2003 g. no 6. – Rezhimostupa: <http://www.elec.ru/viewer?url=/library/rd/pteep.pdf>. – 17.01.2020.

2. GOST 32144-2013. Elektricheskayaenergiya. Sovmestimost' tekhnicheskikh sredstv elektromagnitnaya. Normy kachestvaelektricheskoy energii v sistemah elektrosnabzheniya obshchegonaznacheniya [Electric Energy. Electromagnetic compatibility. Quality standards for electric energy in general-purpose power supply systems]. – Vved. 2014-07-01. – М.: Standartinform, 2014. – 20 P.

3. Amplitudakolebanijchastotyvrashcheniyarotorakakparametrocenkiekscentrisitetarotoraasinhronnogodvigatelya [The amplitude of the oscillations of the rotor speed as a parameter for evaluating the eccentricity of the rotor of an induction motor] / *A.YU. Prudnikov, V.V. Bonnet, M.N. Gerasimova* [et al.] // *VestnikAngarskogogosudarstvennogotekhnicheskogouniversiteta*. – 2016. – no 10. – pp. 70-73.

4. Apparatnyj kompleks dlya issledovaniyaraboty asinhronnogodvigatelya [The hardware complex for the study of the operation of an induction motor] / *A.YU. Prudnikov, V.V. Bonnet, M.N. Gerasimova* [et al.] // *VestnikAngarskogogosudarstvennogoTekhnicheskogouniversiteta*. – 2016. – no 10. – pp. 63-65.

5. *Bonnet V.V.* et all Statisticheskaya ocenkaparametrovizmeneniyachastotyvrashcheniyarotoraasinhronnogodvigatelya [Statistical estimation of parameters of change of rotational speed of a rotor of an induction motor] / *V.V. Bonnet, A.YU. Prudnikov* // *VestnikIrGSKHA*. – 2017. – Vyp. 80. – S. 125-130.

6. Diagnosticheskij kompleks issledovaniyaraboty asinhronnogodvigatelya v perekhodnyh rezhimah [The diagnostic complex for the study of the operation of an induction motor in transient conditions] / *A.YU. Prudnikov, V.V. Bonnet, M.N. Gerasimova* [et al.] // *Aktual'nyeproblemyenergetikiAPK :materialy VII mezhdunar. nauch.-prakt. konf.*, (18 apr. 2016 g.). – Saratov, 2016. – p. 189.

7. *Zakladnoj A.N.* Metody ocenkisrokasluzhby asinhronnyhelektrodvigatelej [Methods for assessing the service life of induction motors] / *A.N. Zakladnoj, O.A. Zakladnoj* // *Energetika ta elektrifikatsiya*. – 2010. – no 4. – pp. 63-67.

8. *Bonnet YA.V.* et all Rezul'taty eksperimental'nogo ispytaniya osevyh ventilyatorov [The results of an experimental test of axial fans] / *YA.V. Bonnet, M.V. Bonnet* // *Aktual'nyevoprosy inzhenerno-tekhnicheskogo itekhnologicheskogo obespecheniya APK :materialy VIII Nac. nauch.-prakt. konf. smezhdunar. ucha-stiem «CHteniya I. P. Terskih», posvyashch. 85-letiyu Irkut. GAU, 26-27 sent. 2019 g.* – *Mo-lodezhnyj :Izd-vo IrGAU, 2019.* – S. 130-140.

9. *Koncepciya obespecheniya nadezhnosti v elektroenergetike* [The concept of ensuring reliability in the electric power industry] / *N.I. Voropaj, G.F. Kovalev, YU.N. Kucherov* [i dr.]. – М.: Energiya, 2013. – 212 P.

10. Kotelenec N.F. et all Ispytaniyainadezhnost' elektricheskikh mashin [Tests and reliability of electric machines] / N.F. Kotelenec, N.L. Kuznecov. – M.: Vysshayashkola, 1985. – 232 P.
11. Loginov A.YU. Prudnikov A.YU., Bonnet YA.V., Opredeleniye stepenizagruzki asinhronnogo dvigatelya s tsebrobeznoy ventilyatora // Klimat, ekologiya, sel'skoe khozyajstvo Evrazii : materialy VIII mezhdunar. nauch.-prakt. konf., (23-24 maya 2019 g.). – Irkutsk, 2019. – pp. 8-17.
12. Megaometry [Megaohmmeters] E6-24, E6-24/1 i E6-24/2 [Elektronnyy resurs] : rukovodstvo po ekspluatatsii RLPA.411218.001RE. – Rezhim dostupa: http://radio-service.ru/upload/docs/E6%2024/RE_E6-2_4_v24.pdf. – 18.01.2020.
13. Opredeleniya ekscentrisiteta rotora asinhronnogo dvigatelya [Definitions of the eccentricity of the rotor of an induction motor] / A.YU. Prudnikov, V.V. Bonnet, M.N. Gerasimova [et al.] // Aktual'nyye problemy energetiki APK : materialy VII mezhdunar. nauch.-prakt. konf., (18 apr. 2016 g.). – Saratov, 2016. – pp. 183-188.
14. Prudnikov A.YU. Analiz metodov opredeleniya rabotosposobnosti asinhronnykh elektrodvigatelej v processe ekspluatatsii [Analysis of methods for determining the performance of asynchronous electric motors during operation] / A.YU. Prudnikov, V.V. Bonnet, A.YU. Loginov // Aktual'nyye problemy energetiki APK : materialy IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., (Saratov, 01 – 30 apr. 2013 g.). – Izhevsk, 2013. – pp. 273-276.
15. Prudnikov A.YU. et all Matematicheskaya model' asinhronnogo dvigatelya s ekscentrisitetom rotora [Mathematical model of an induction motor with rotor eccentricity] / A.YU. Prudnikov, V.V. Bonnet, A.YU. Loginov // Vestnik KrasGAU. – 2015. – № 6 (105). – S. 94-97.
16. Sinelnikov A.M. Analiz metodov diagnostiki neispravnostey elektricheskikh mashin [Analysis of methods for diagnosing malfunctions of electrical machines] / A.M. Sinelnikov, V.V. Bonnet // Vestnik IrGSKHA. – 2008. – Vyp. 30. – pp. 111-114.
17. Sinelnikov A.M. Matematicheskaya model' diagnostiki asinhronnogo dvigatelya v processe puska [A mathematical model for diagnosing an asynchronous motor during start-up] / A.M. Sinelnikov, V.V. Bonnet // Vestnik IrGSKHA. – 2009. – Vyp. 36. – pp. 109-115.
18. Sinelnikov A.M. Metod opredeleniya tekhnicheskogo sostoyaniya asinhronnogo dvigatelya s korotkozamknutym rotorom v processe puska [Method for determining the technical condition of an asynchronous squirrel-cage rotor motor during start-up] / A.M. Sinelnikov, V.V. Bonnet // Vestnik KrasGAU. – 2010. – no 4 (43). – pp. 201-203.
19. Sinelnikov A.M. Tekhnicheskoe obsluzhivaniye i effektivnost' diagnostirovaniya asinhronnykh elektrodvigatelej [Maintenance and diagnosis efficiency of asynchronous electric motors] / A.M. Sinelnikov, V.V. Bonnet // Vestnik IrGSKHA. – 2009. – Vyp. 37. – pp. 94-98.
20. Sposob opredeleniya tekhnicheskogo sostoyaniya asinhronnogo dvigatelya v processe puska [A method for determining the technical condition of an induction motor during start-up] : pat. 2485534 Ros. Federaciya: MPK7 G 01 R 31/34, H 02 K 15/02 / V.V. Bonnet, A.M. Sinelnikov, A.YU. Loginov; zayavitel' ipatenpoobladatel' Irkut. gos. s.-h. akad. – № 2011143004/07; zayavl. 24.10.2011; opubl. 20.06.2013, Byul. no 17. – 5 P.
21. Sposob opredeleniya ekscentrisiteta rotora asinhronnogo elektrodvigatelya [A method for determining the eccentricity of the rotor of an induction motor] : pat. 2589743 Ros. Federaciya: MPK7 G 01 R 31/34, H 02 K 17/16 / A.Yu. Prudnikov, V.V. Bonnet, A.Yu. Loginov, V.V. Potapov; zayavitel' ipatenpoobladatel' Irkut. gos. s.-h. akad. – № 2014125793/07; zayavl. 25.06.2014; opubl. 10.07.2016, Byul. no 19. – 6 P.
22. SHidlovskiy A.K. Povysheniye kachestva energii v elektricheskikh setyah [Improving the quality of energy in electric networks] / A.K. SHidlovskiy, V.G. Kuznecov. – Kiev: Nauk. dumka, 1985. – 268 P.

Сведения об авторах

Купецких Иван Викторович – студент энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный 1/1, тел. тел. 89246367076, e-mail: bvvirk@mail.ru).

Алтухов Сергей Вячеславович – доцент. кафедры технического сервиса и инженерных дисциплин (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный 1/1, тел. 89500515275, e-mail: sergeialtuhov@bk.ru).

Information about the authors

Kupetskikh Ivan Viktorovich – student of the Faculty of Energy, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk region, Youth village 1/1, tel. 89246367076, e-mail: bvvirk@mail.ru).

Altukhov, Sergey Vyacheslavovich – associate Professor. Department of technical service and General engineering disciplines, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk region, Youth village 1/1, tel. 89500515275, e-mail: sergeialtuhov@bk.ru).

УДК 621.316:004.7:004.388

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ МИКРОКЛИМАТА
ТЕПЛИЦЫ**

Лошкарев С. В., Кузнецов Б. Ф., Клибанова Ю. Ю.

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

В настоящее время в развитии агропромышленного комплекса особое внимание уделяется овощеводству, отдавая все большую роль теплицам, особенно в регионах с холодным климатом и коротким летом. Интеллектуальная система контроля микроклимата теплицы позволит обеспечить комфортные условия для выращиваемых культур при незначительном участии человека в процессе управления. В данной работе рассматривается автоматизация технологических процессов в теплице, осуществляемая с помощью универсальной аппаратной вычислительной платформы Arduino. Предложено техническое решение, включающее оптимизацию процессов управления влажностью и температурой.

Ключевые слова: интеллектуальная система, теплица, микроклимат

INTELLECTUAL SYSTEM OF CONTROL CLIMATE GREENHOUSE

LoshkarevS.V., KuznetsovB.F., KlibanovaYu.Yu.

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

Currently, in the development of the agro-industrial complex, special attention is paid to vegetable growing. Greenhouses play an important role, especially in regions with cold climates and short summers. An intelligent greenhouse microclimate control system will provide comfortable conditions for the crops grown with little human participation in the control process. This paper discusses the automation of technological processes in the greenhouse, carried out using the Arduino universal hardware computing platform. A technical solution is proposed, including optimization of moisture and temperature control processes..

Keywords: intelligent system, greenhouse, microclimate

Введение. Выращивание овощных культур в тепличных условиях является решением задачи по обеспечению потребителей овощами богатыми витаминами и полезными веществами круглогодично. Для получения высоких урожаев в тепличных условиях необходимо оптимальное создание и поддержание микроклимата в теплицах, важнейшими составляющими которого являются вода, воздух и тепло. Использование современных технологий [5], а именно интеллектуальных систем контроля и управления микроклиматом позволяют автоматически контролировать необходимые параметры [1, 3, 9, 10]. Учитывая возможности автоматизированных систем, сельхозпроизводители стремятся модернизировать теплицы, увеличивая количество исполнительных систем, применяя более надежную вентиляцию и современные отопительные системы. В любой теплице должен осуществляться оптимальный температурный и влажностный режимы, своевременный полив растений дождеванием или капельным орошением. Кроме того, при проектировании теплиц необходимо предусмотреть возможность контроля и управления системами на расстоянии. Полностью автоматизированная теплица способна выполнить все эти требования.

В данной работе рассматривается автоматизация технологических процессов в теплице, осуществляемая с помощью универсальной аппаратной вычислительной платформы Arduino [8]. Предложена двухуровневая структура автоматизированных систем управления микроклиматом теплиц (АСУМТ).

Исполнительные устройства интеллектуальной системы контроля микроклимата теплицы. Всё более увеличивающееся количество исполнительных механизмов, повышенные требования к эффективности процессов контроля и управления, снижение роли человека в управлении микроклиматом теплицы приводят сельхозпроизводителей к необходимости применения АСУМТ. Комфортный микроклимат в теплице обеспечивается в первую очередь температурой и влажностью [10]. В связи с этим интеллектуальная система контроля программируется на оптимальный расход воды при помощи регулятора, производящего круглосуточные измерения влажности воздуха, такие как емкостные датчики [2]. Они имеют большую точность и стабильность температурных значений, более совершенную защиту от масел и грязи, качественную систему фильтрации. Для контроля общего расхода и объема воды, идущей на тепло, орошение и распыление целесообразным будет являться применение датчика ДРК-4, принцип действия которого основан на корреляции времени прохождения воды [2]. Исполнительный механизм автоматизированной системы представляет мини спринклер, поддерживающий стабильную влажность при высоких климатических температурах. К базовому комплексу автоматизированной системы относится контроллер, получающий все сведения о состоянии микроклимата в теплице, контролирует действия всех систем теплицы.

Назначение системы и архитектура. АСУМТ для тепличных комплексов, как правило, имеют двухуровневую структуру (рисунок 1). Главная роль в эксплуатации отводится промышленным контроллерам и устройствам преобразования информации, которые контролируют взаимосвязанное управление технологическими системами и водо-, тепло- и электроприборами.

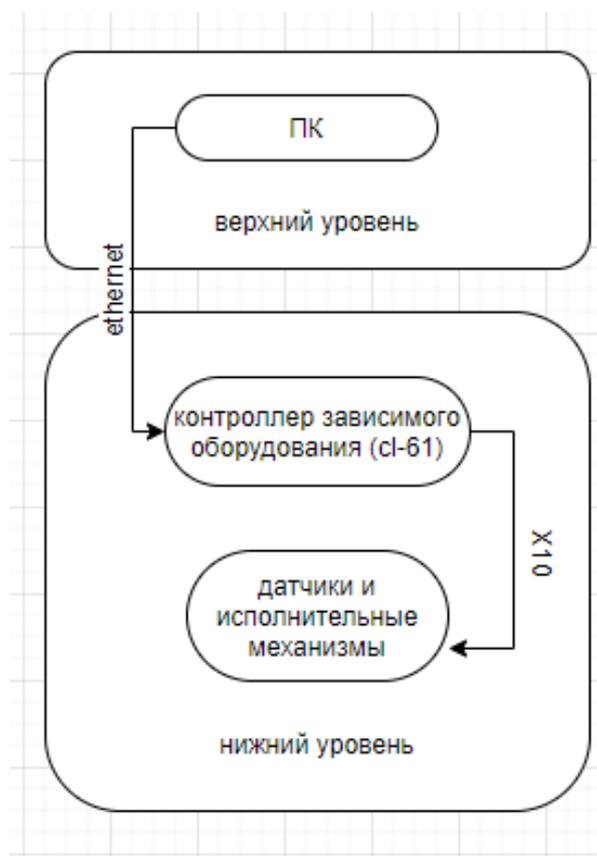


Рисунок 1 – Двухуровневая структура АСУМТ

На нижнем уровне АСУ находятся основные устройства: исполнительные приборы и необходимое оборудование, микроконтроллер, датчики влажности и температуры; регуляторы влажности и подачи воды; включения и выключения отопления и кондиционирования [2, 4]. Здесь же расположены: приборы сигнализации, микропроцессорные контроллеры мониторинга системы. Всё вместе взятое создает подсистему автоматического управления. На верхнем уровне расположено рабочее место оператора. Автоматизация управления в области расположения технологического оборудования дает возможность контролировать состояние климата в теплице без обслуживающего персонала [1]. Между уровнями необходима связь, которую можно осуществлять при помощи физических и интерфейсных каналов Ethernet, которые представляют собой семейство технологий пакетной передачи данных для компьютерных сетей [7, 8]. Рабочее место оператора должно быть оснащено необходимым набором документов, компьютером, накопителем на гибких и жестких дисках,

технологической клавиатурой для управления процессом и привязку к программам, позволяющим выполнять заданные программы управления.

Кроме того, интеллектуальная система должна предусматривать возможности применения дальнейших усовершенствований, ввода современных технологий, новых необходимых модулей. Типовая схема АСУМТ представлена на рисунке 2.

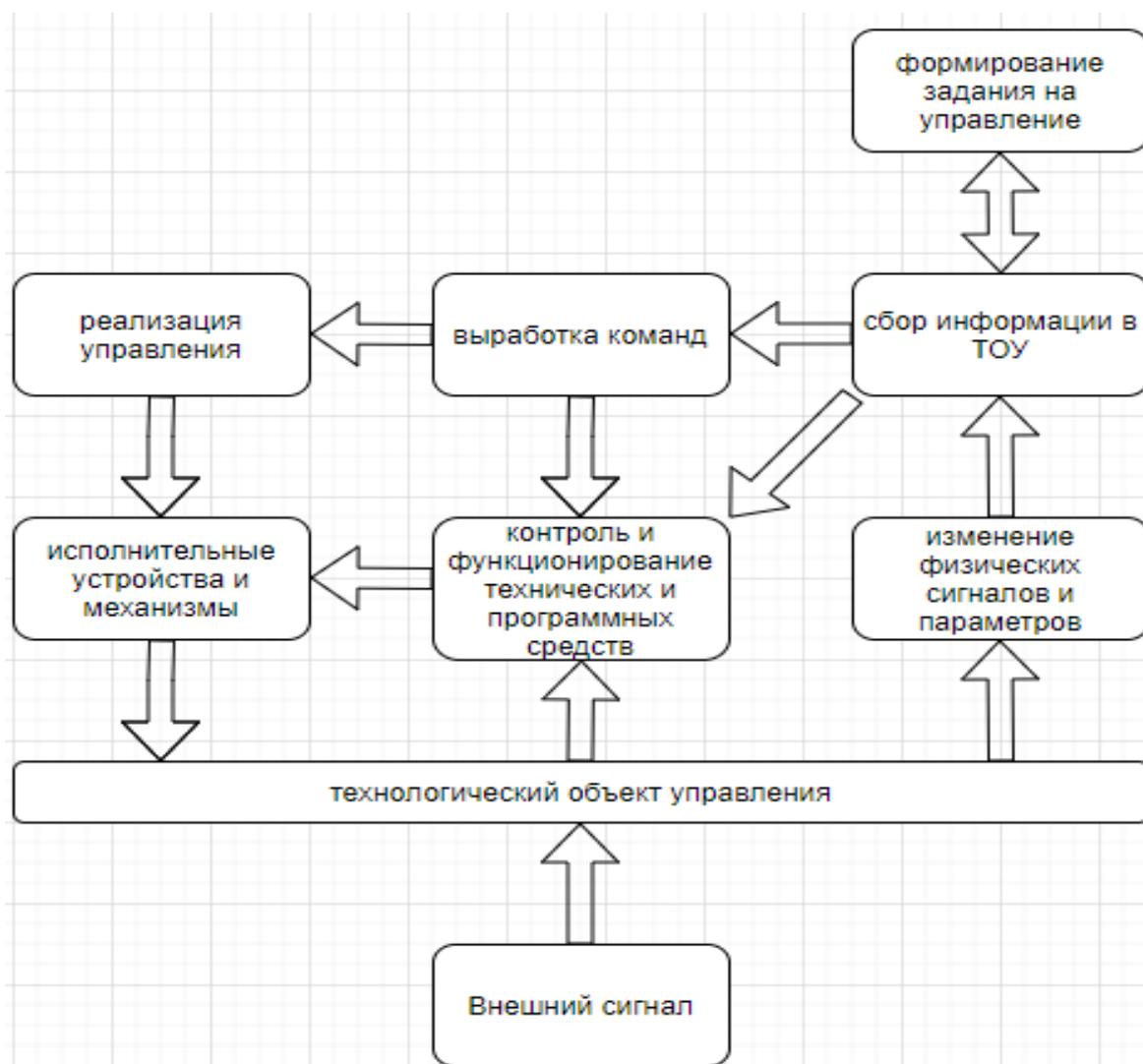


Рисунок 2 – Типовая схема АСУМТ

Электронная схема представлена на рисунке 3. Данная схема содержит: 1 – датчик температуры; 2 – клапан; 3 – датчик влажности; 4 – МК Arduino UNO; 5 – блок аккумуляторов резервного питания. Микроконтроллер, или контроллер (МК, controller) – это микросхема для управления электронными устройствами [8]. Контроллер Arduino Uno построен на базе ATmega328, позволяющий получать информацию о значениях физических величин посредством различных датчиков, а также может управлять различными исполнительными устройствами. Микроконтроллер на плате программируется при помощи специального языка и среды разработки Arduino.

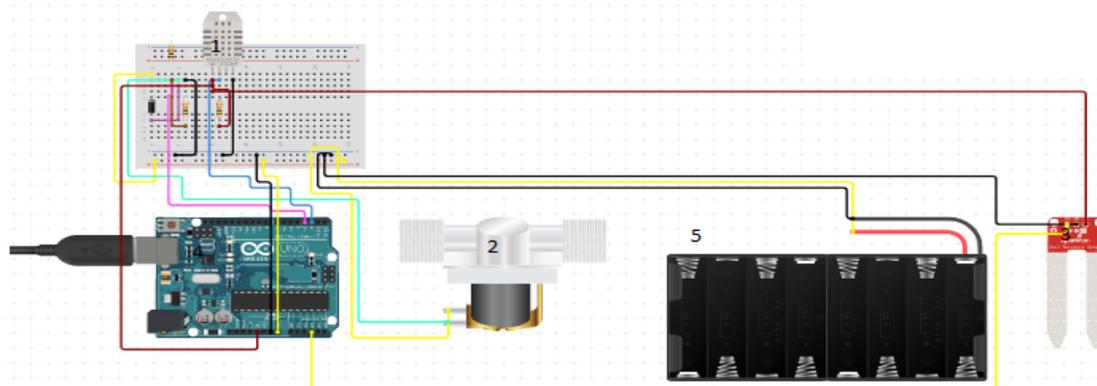


Рисунок 3 – Электронная схема

Функционирование АСУМТ. Чтобы автоматизированная система управления микроклиматом в теплице работала надежно, необходимо при установке и эксплуатации соблюдать определенные требования. При проектировании системы необходимо определиться, для какого объекта она предназначена: для тепличного комплекса, для фермерской или индивидуальной теплицы. АСУМТ оснащены контроллерами и компьютерами с программным обеспечением, преобразователями входных и выходных сигналов, информационной сетью, датчиками, индикаторами и мониторами. Все вместе взятое составляет интеллектуальную составляющую системы [6]. К силовой части относится коммутирующее и защитное оборудование, устройства ручного управления, сигнализация и блоки питания. Кабели, соединительные и распределительные коробки, лотки, установочные и монтажные материалы объединяют вспомогательную составляющую. Эксплуатация систем управления происходит за счет средств контроля, ввода данных и средств электропитания, надежной структуры и простотой эксплуатации. Функционирование заданной программы построено на централизованном управлении при помощи датчиков, которые согласованы с промышленным контроллером и регулируют все параметры с учетом требований эксплуатации. Вспомогательный блок питания обеспечивает работу датчиков, сигналы которого уходят на микроконтроллер. Контроль влажности воздуха и поддержание заданных режимов производится непрерывно. Для оперативного контроля и корректировки влажности воздуха и почвы используются спринклеры.

Заключение. Выращивание сельскохозяйственной продукции в тепличных условиях представляет собой достаточно сложный технологический процесс. Применение современных цифровых технологий,

моделирование автоматизированных систем контроля и управления микроклиматом в теплицах позволит решить многие проблемы в растениеводстве в регионах с суровыми климатическими условиями.

Список литературы

1. Автоматизированная система контроля технологических параметров тепличного комбината. Журнал «Современные технологии автоматизации», М. «ООО СТА-ПРЕСС», – 2019 г.
2. ГОСТ Р ГСИ 8.673–2009. ГСИ. Датчики интеллектуальные и системы измерительные интеллектуальные. Термины и определения.
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 Иркутский ГАУ, – 2019 – С. – 62–67.
4. Лошкарев С. В. Применение интеллектуального термостата в сельском доме / С. В. Лошкарев, Б. Ф. Кузнецов // «Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК» – Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ, – 2019 – С. – 67–74.
5. Перфильев В.А. Полевая агрономическая погодная станция с технологией IOT / 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 Иркутский ГАУ, 2018. –С. 250–254.
6. Пьявченко Т.А. Автоматизированные информационно-управляющие системы / Т.А Пьявченко, В.И. Финаев – Таганрог: Изд-во Технологического института ЮФУ, 2007. – 271 с.
7. Федотов А. В. Автоматизация управления в производственных системах: Учеб.пособие / А.В. Федотов. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2001. - 368 с.
8. ArduinoProducts /Arduino. [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.arduino.cc> – 20.02.2020.
9. Körner, O., Aaslyng, J.M., Andreassen, A.U., Holst, N.: Microclimate prediction for dynamic greenhouse climate control. HortScience. Google Scholar, 2007, no.42(2), pp. 272–279.
10. Paksoy H.Ö., Beyhan B. Thermal energy storage (TES) systems for greenhouse technology // Advances in Thermal Energy Storage Systems Methods and Applications Woodhead Publishing Series in Energy.2015, pp. 533-548. doi: 10.1533/9781782420965.4.533

References

1. Avtomatizirovannayasistemakontrolyatekhnologicheskikhparametrovteplichnogokombinata. ZHurnal «Sovremennyetekhnologiiavtomatizacii», М. «ООО СТА-PRESS», – 2019 g.
2. GOST R GSI 8.673–2009. GSI. Datchikiintellektual'nyeisistemyizmeritel'nyeintellektual'nye. Terminyiopredeleniya.
3. KlibanovaYu.Yu., Kuznecov B.F. Tekhnologiiiskusstvennogointellektanasluzhbesel'skogohozyajstva // Materialymezhdunarodnojnauchno-prakticheskoykonferencii «Cifrovyetekhnologiiisistemy v sel'skomhozyajstve» – Molodezhnyj: Izd-voIrkutskogo GAU, – 2019 – pp. 62–67.
4. Loshkarev S. V., Kuznecov B. F., Primenenieintellektual'nogotermostata v sel'skom dome // «Nauchnyeissledovaniyastudentov v resheniiaktual'nyh problem APK» – Irkutsk: Izd-voIrkutskogo GAU, – 2019 – pp. – 67–74.
5. Perfil'ev V.A., MalozemovV.Yu., Kuznecov B.F. Polevaya agronomicheskaya pogodnaya stanciya s tekhnologiej IOT «Nauchnye issledovaniya studentov v resheni iaktual'nyh problem APK». Materialyvserossijskojnauchno-prakticheskoykonferencii. –Irkutsk: Izd-voIrkutskogo GAU, – 2018 –S. 250–254.
6. P'yavchenko T.A. Avtomatizirovannoe upravlenie v tekhnicheskisistemah. Uchebnoemetodicheskoeposobie, М., 1999 g.

7. Fedotov A. V. Avtomatizaciya upravleniya v proizvodstvennyh sistemah: Ucheb. posobie. Omsk: Izd-vo OmGTU, – 2001, 368 P.

8. ArduinoProducts /Arduino. [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.arduino.cc> – 20.02.2020.

9. Körner, O., Aaslyng, J.M., Andreassen, A.U., Holst, N.: Microclimate prediction for dynamic greenhouse climate control. HortScience. Google Scholar. – 2007, no 42(2), pp. 272–279.

10. Paksoy H.Ö., Beyhan B. Thermal energy storage (TES) systems for greenhouse technology // Advances in Thermal Energy Storage Systems Methods and Applications Woodhead Publishing Series in Energy. – 2015, P. 533-548. doi: 10.1533/9781782420965.4.533

Сведения об авторах

Лошкарев Степан Вячеславович – студент 3 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 р-н., пос. Молодежный, e-mail: v45lkt@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)

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)

Information about the authors

Loshkarev Stepan Vyacheslavovich – 3rd year student of the Faculty of Energy. Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky ((Molodezhny, Irkutsk District, Irkutsk Region, Russia, 664038, e-mail: v45lkt@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 (Molodezhny, Irkutsk District, Irkutsk Region, Russia, 664038, tel. 89021723331, e-mail: kuznetsovbf@gmail.com.

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)

УДК 621.311

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА ПРИ ОТСУТСТВИИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Миронов А.А., Иванов Д.А.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, г. Иркутск, 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. Несмотря на это в Иркутской области есть территории, где отсутствуют централизованные

электрические сети, и у потребителей нет возможности подключиться к единой электроэнергетической системе.

В статье рассмотрена система электроснабжения индивидуального жилого дома посёлка Большебелск Черемховского района Иркутской области с использованием фотоэлектрического преобразователя солнечной энергии, ветроэнергетической установки и бензинового генератора. Проведён анализ расхода топлива при работе бензинового генератора за 2019 года.

Ключевые слова: электроснабжение, ветроэнергетическая установка, фотоэлектрический преобразователь солнечной энергии.

POWER SUPPLY OF AN INDIVIDUAL RESIDENTIAL BUILDING IN THE ABSENCE OF CENTRALIZED ELECTRIC NETWORKS

Mironof A.A., Ivanov D.A.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

In most cases, in the Irkutsk region, electricity is supplied to consumers from centralized power grids. This is due to the presence of a large number of generating capacities (hydraulic power stations) and a low tariff per kWh of electric energy. Despite this, there are territories in the Irkutsk region where there are no centralized electric networks, and consumers do not have the opportunity to connect to a single electric power system.

The article discusses the power supply system for an individual residential building in the village of Bolshebelsk, Cheremkhovsky District, Irkutsk Region, using a photoelectric solar energy converter, a wind power plant and a gasoline generator. The analysis of fuel consumption during the operation of a gasoline generator for 2019 was carried out.

Keywords: power supply, wind power plant, photovoltaic solar energy converter.

Сегодня в мире 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 [5, 9].

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].

Актуальность применения альтернативных источников энергии возрастает, т.к. сегодня, имеются территории, где отсутствуют централизованные электрические сети. Потребители в децентрализованных по электроснабжению районах вынуждены получать питание от источников распределённой генерации.

В настоящее время в Иркутской области есть такие места, где у населения нет централизованного электроснабжения, имеются перебои со связью, а до ближайшего магазина, медпункта или почты более 10 км.

Посёлок Большебелёвск находится в Черемховском районе Иркутской области. Посёлок входит в состав Нижнеиретского муниципального образования и находится примерно в 62 км к юго-западу от районного центра. Для электроснабжения Большебелёвск в 2020 году планируется построить воздушную линию электропередачи напряжением 10 кВ и ввести в работу комплектную трансформаторную подстанцию 10/0,4 кВ.

Для электроснабжения жилых домов в Большебелёвске, в основном, применяются бензиновые генераторы, но так же имеется дом, который получает электрическую энергию от альтернативных источников энергии.

Посёлок находится на реке Большая Бея и с теоретической точки зрения можно было бы установить малую гидравлическую электрическую станцию какой-либо модификации. Но так как река горная и уровень воды может очень сильно изменяться (до 4 м за 12 часов), такая постройка не целесообразна по конструктивным и экономическим причинам

Сейчас для электроснабжения индивидуального жилого дома применяется бензиновый генератор мощностью 2000 Вт, солнечный фотоэлектрический преобразователь мощностью 620 Вт и ветроэнергетическая установка мощностью 3000 Вт.

В индивидуальном жилом доме состав приёмников электрической энергии следующий: жидкокристаллические телевизоры Supra и ВВК мощностью 45 Вт, таксофон мощностью 180 Вт, шесть энергосберегающих светодиодных ламп по 11 Вт, три лампы накаливания 95 Вт, светодиодная лента на 40 Вт, ламповый телевизор 195 Вт. Дополнительно к электрической сети подключается различный электроинструмент мощностью от 300 до 2500 Вт. Наиболее актуальной альтернативой децентрализованному энергоснабжению могут стать комбинированные системы с возобновляемыми источниками энергии.

Одним из перспективных направлений альтернативной энергетики является использование энергии Солнца. Энергия, излучаемая с поверхности Солнца и попадающая на земной шар, примерно в 10000 раз превышает мировую потребность в энергии. Однако используемая доля исходящей от Солнца энергии сейчас еще очень мала. Мощность солнечного излучения составляет приблизительно 1000 Ватт на один квадратный метр земной поверхности [7].

Количество солнечной лучистой энергии, приходящей за год к атмосфере Земли, составляет колоссальную величину $1,57 \times 10^{18}$ кВт·ч. Весь спектр солнечного излучения делится на три области: ультрафиолетовое излучение – 10 %, видимое – 45 % и инфракрасное – 45 % [6].

Использование солнечной энергии является одним из путей решения проблем надежного энергоснабжения сельских индивидуальных жилых домов и бесперебойного электроснабжения [2, 8,10].

Солнечный фотоэлектрический преобразователь, установленный в посёлке Большебелёвск, для питания индивидуального жилого дома представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Солнечный фотоэлектрический преобразователь

Технические характеристики солнечного фотоэлектрического преобразователя: модель SIM310 PERC, тип монокристаллический PERC, мощность 310 Вт, количество элементов 60 шт. (6 x 10), размер элементов 156 x 156 мм, напряжение без нагрузки 39,20 В, рабочее напряжение 33,50 В, рабочий ток 9,25 А, срок службы не менее 30 лет, падение мощности за 12 лет более 10%, падение мощности за 30 лет более 20%, рабочая температура от – 40°С до +85°С, длина 1650 мм, ширина 990 мм, высота 35 мм, общая площадь 1,63 м², вес 18,25 кг. Рамка фотоэлектрического модуля выполнена из анодированного алюминиевого сплава. Переднее стекло текстурированное, закаленное ударопрочное, ветровая нагрузка до 2400 Па (244 кг на квадратный метр), снеговая нагрузка до 5400 Па (550 кг на квадратный метр). В зимний период времени количество часов солнечной активности снижается, и эффективность работы фотоэлектрического преобразователя солнечной энергии уменьшается [1, 3]. Аккумуляторные батареи не успевают заряжаться и необходимо увеличивать мощность фотоэлектрических панелей в 2 раза (дополнительно на 620 Вт). Потребление электрической энергии приёмниками возрастает из-за более продолжительной работы источников света для освещения индивидуального жилого дома. Для более качественного и надёжного электроснабжения применяется ветроэнергетическая установка

Ветроэнергетическая установка (общий вид и принципиальная электрическая схема) представлена на рисунке 2.

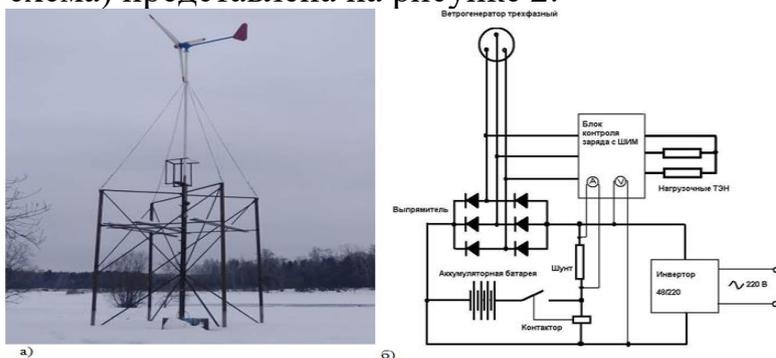


Рисунок 2 – Ветроэнергетическая установка:
а) общий вид, б) принципиальная электрическая схема.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

В схеме ветровой электрической станции предусмотрены нагрузочные ТЭНы. Данные ТЭНы подключаются, когда аккумуляторные батареи полностью заряжены, потребление электрической энергии отсутствует, а ветродвигатель работает. В любой электроэнергетической системе должен соблюдаться баланс генерации и потребления электрической энергии.

Технические характеристики ветроэнергетической установки: мощность при скорости ветра 12 м/с 3500 Вт; мощность при скорости ветра 9 м/с 2300 Вт; мощность при скорости ветра 5 м/с: 500 Вт, страгивание (начало вращения) - с 2,5 м/с, диапазон ветра генерации 3 - 25 м/с, при скорости ветра выше 20 м/с включается защитное торможение; количество лопастей 3 штуки; материал лопастей - армированное стекловолокно с защитным покрытием 3М (против старения, антигололёдное); диаметр ветроколеса 4 м; вес ветрогенератора (с лопастями и хвостовой частью) 130 кг, подшипники на валу NSK.

Данная ветроэнергетическая установка не используется на 100 % для электроснабжения индивидуального жилого дома по объективным причинам: требуется ремонт некоторых элементов и есть сложности в интеграции установки в общую электроэнергетическую систему дома.

В период отсутствия ветра и слабой солнечной активности, а также при подключении мощных электро-приёмников электроснабжение индивидуального жилого дома осуществляется от бензинового генератора HUTER DY2500L.

Технические характеристики бензинового генератора HUTER DY2500L: бренд Huter, страна производства Китай, двигатель четырёхтактный, одноцилиндровый, тип бензиновый, тип стартера ручной, мощность 2000 Вт, вид топлива бензин АИ-92, объём двигателя 163см³, мощность 5,5 л.с., объём топливного бака 15 литров, расход топлива 395г/кВт·ч, уровень шума 66дБ, напряжение сети 220 В, частота сети 50Гц, охлаждение принудительное, вес 35,4 кг, длина 605 мм, ширина 435 мм, высота 450 мм. В таблице и на рисунке 3 приведены расход топлива и затраты на топливо для бензинового генератора за 2019 год при цене за 1 литр бензина 41 рубль 80 копеек.

Таблица 1 – Расход топлива и затраты на топливо для бензинового генератора в 2019 году

№ пп	Месяц	Расход топлива, литр	Затраты на топливо, руб.
1	Январь	175	7315,0
2	Февраль	117	4890,6
3	Март	87	3636,6
4	Апрель	60	2508,0
5	Май	46	1922,8
6	Июнь	36	1504,8
7	Июль	41	1713,8
8	Август	64	2675,2
9	Сентябрь	78	3260,4
10	Октябрь	124	5183,2
11	Ноябрь	168	7022,4
12	Декабрь	172	7189,6
13	Итого за 2019 год	1168	48822,4

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

Анализ данных таблицы 1 и рисунка 3 показывает, что наибольшее время бензиновый генератор работает в зимний период времени. Наибольший расход топлива зафиксирован в январе 2019 года – 175 литров, наименьший в июне 2019 года – 36 литров. Общий объём топлива, израсходованного в 2019 году, для работы бензинового генератора составил 1168 литров стоимостью 48822,4 рубля.

В перспективе в систему электроснабжения индивидуального жилого дома планируется добавить средства автоматизации и учета электрической энергии. Дополнительно для снижения электропотребления система освещения дома будет переведена на светодиодные источники света на 100 %.

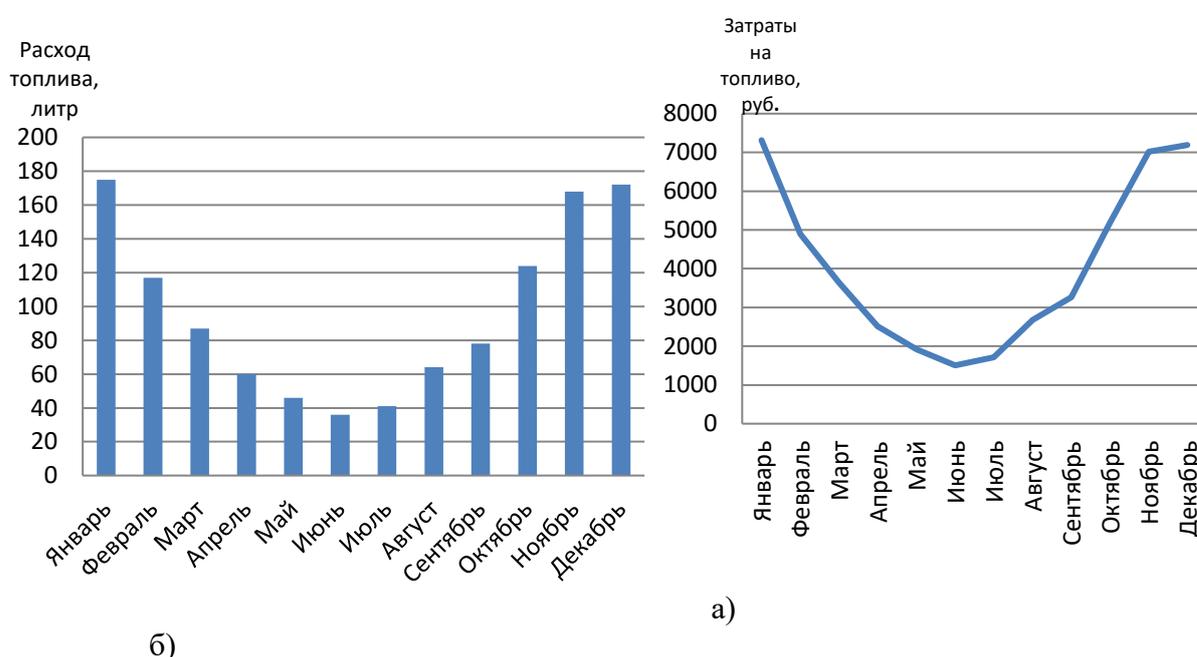


Рисунок 3 – Расход топлива и затраты на топливо для бензинового генератора в 2019 году: а) расход топлива), б) затраты на топливо.

Выводы. 1. Электроснабжение индивидуального жилого дома при отсутствии централизованных электрических сетей возможно реализовать при использовании возобновляемых источников энергии и бензинового генератора.

2. Для экономии затрат на топливо необходимо уменьшить время работы бензинового генератора за счёт увеличения мощности фотоэлектрического преобразователя солнечной энергии на 620 Вт.

3. После подключения индивидуального жилого дома к централизованным электрическим сетям возобновляемые источники энергии и бензиновый генератор останутся востребованными для питания потребителей при аварийных и плановых отключениях основного источника питания (от централизованных электрических сетей).

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 / *Бастрон А.В., Гайдаш Г.В.* // 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. Лагереv, В.В. Посекалин.* - Новосибирск: Наука. - 2004. - 386 с.
5. *Земсков В.И.* Нетрадиционные источники энергии в агропромышленном комплексе / *В. И. Земсков.* - Барнаул: Изд-во АГАУ. - 2007. - 279 с.
6. *Лабейш В.Г.* Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / *В.Г. Лабейш.* - СПб.: СЗТУ. - 2003. - 79 с.
7. *Матвеева А.А.* Исследование характеристик кремниевого фотоэлемента – солнечной батареи / *А.А. Матвеева, С.А. Янковский.* - Томск: Изд-во ТПУ. - 2011. - 11 с.
8. *Сибикин, Ю.Д.* Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: учеб.пособие для вузов / *Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин.* - 2009. - 229 с.
9. *Сибикин, Ю.Д.* Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учеб.пособие для вузов / *Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин.* - 2010. - 228 с.
10. *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.* Vetroe`nergetika Krasnoyarskogokraya [Wind power industry of the Krasnoyarsk territory] / *A.V. Bastron, V.A. Tremyasov, N.V. Czuglenok. A.V.* - Krasnoyarsk: Krasnoyar. gos. agrar. un-t. - 2015. - 252 P.
2. *Bastron, A.V.* et all E`ffektivnoei spol`zovanie solnechnoj e`nergii v sistemaxteplo- i e`lektrosnabzheniyasel`skixusadebny`xdomov i LPX [Efficient use of solar energy in heat and power supply systems of rural manor houses and residential buildings] / *Bastron A.V., Gajdash G.V.* // VestnikIrGSXA. - 2015. - no 67. pp. 92-100.
3. *Bezrukix P.P.* Ispol`zovaniee`nergiivetra. Texnika, e`konomika, e`kologiya [Use of wind energy. Technology, Economics, ecology] / *P.P. Bezrukix.* - M.: Kolos, 2008. - 196 с.
4. *BelyaevL.S.* E`nergetikaXXIveka: Usloviyarazvitiya, texnologii, prognozy` [Energy of the XXI century: development Conditions, technologies, forecasts] / *L.S. Belyaev, A.V. Lagerev, V.V. Posekalin.* - Novosibirsk: Nauka. - 2004. - 386 P.
5. *ZemskovV.I.* Netradicionny`eistochnikie`nergiiivagropromy`shlennomkomplekse [Non-traditional energy sources in the agro-industrial complex] / *V. I. Zemskov.* - Barnaul: Izd-voAGAU. - 2007. - 279 P.
6. *LabejshV.G.* Netradicionny`eivozobnovlyaemy`eistochnikie`nergii: uchebnoeposobie [Non-traditional and renewable energy sources] / *V.G. Labejsh.* - SPb.: SZTU. - 2003. - 79 s.
7. *MatveevaA.A.* Issledovaniexarakteristik kremnievogofotoe`lementa – solnechnojbatarei [Study of the characteristics of a silicon solar cell-solar battery] / *A.A. Matveeva, S.A. Yankovskij.* - Tomsk: Izd-voTPU. - 2011. - 11 P.
8. *Sibikin, Yu.D.* et all Netradicionny`eivozobnovlyaemy`eistochnikie`nergii: ucheb.posobiedlyavuzov [Non-traditional renewable energy sources] / *Yu. D. Sibikin, M. Yu. Sibikin.* - 2009. - 229 P.

9. Sibikin, Yu.D. Netradicionny`e i vozobnovlyaemy`e istochniki`nergii: ucheb.posobiedlyavuzov [Non-traditional renewable energy sources] / Yu. D. Sibikin, M. Yu. Sibikin. - 2010. - 228 s.

10. Czuglenok N.V. Racional`noesochetanietradicionny`x i vozobnovlyaemy`x istochnikove`nergii v sisteme`lektrosnabzheniyasel`skoxozyajstvenny`x potrebitelej [Rational combination of traditional and renewable energy sources in the power supply system for agricultural consumers] / N.V. Czuglenok, S.K. Sher'yazov, A.V. Bastron. – Krasnoyarsk: KrasGAU. - 2012. - 360 s.

Сведения об авторах

Миронов Артем Анатольевич – студент 3 курса энергетического факультета, направления подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 8-950-1-190-150, e-mail: artiom.mir2017@gmail.com).

Иванов Дмитрий Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения и электротехники энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 8-902-1-776-910, e-mail: ivanov-irk@yandex.ru).

Information about the authors

Mironof Artiom Anatolevich– 3st year student of the Faculty of Energy, areas of training 13.03.02 - Power and Electrical Engineering, Irkutsk SAU (664038, Russia, IrkutskRegion, IrkutskDistrict, pos. Molodezhny, tel. 8-950-1-190-150, 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, IrkutskRegion, IrkutskDistrict, pos. Molodezhny, tel. 8-902-1-776-910, e-mail: ivanov-irk@yandex.ru).

УДК 631.563.2

УДК 664.723

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА СУШКИ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ ХРАНЕНИЯ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Непомнящий Е.П., Сукьясов С. В.

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

В данной статье решается задача анализа распространенных способов хранения зерна и выбора оптимального с учетом климатических условий Иркутской области. Природные условия нашего региона отличаются низкой суммой выпадения осадков, большая их часть приходится на период сбора урожая. Это отражается на повышенной влажности зерна. Резкие перепады суточных и сезонных температур отрицательно сказываются на его хранении. Сушка зерна играет исключительно важную роль послеуборочной обработке. Так как сушка является ещё и самым ресурсозатратным послеуборочным процессом, задача определения оптимального варианта сушки является актуальной.

Ключевые слова: зерно, сушка, способ, температура, влажность.

SELECTION OF THE OPTIMAL MODE OF DRYING GRAIN FOR STORAGE IN THE IRKUTSK REGION

Nepomniashchii E.P., Sukyasov S. V.

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

This article solves the problem of analyzing common methods of grain storage and choosing the optimal one, taking into account the climatic conditions of the Irkutsk region. The natural conditions of our region are distinguished by a low amount of precipitation, most of them occur during the harvest period. This is reflected in increased grain moisture. Sharp changes in daily and seasonal temperatures adversely affect its storage. Grain drying plays an extremely important role in post-harvest handling. Since drying is also the most resource-intensive post-harvest process, the task of determining the optimal drying option is relevant.

Key words: grain, drying, method, temperature, humidity.

Аграрный сектор АПК Сибири занимает значительное место в экономике страны. Здесь производится 15-18% всей валовой продукции растениеводства России, посевная площадь при этом превышает 20% всей занимаемой площади.

Природно-климатические и производственные условия существенно отличаются от условий других регионов. Это обусловлено низкой многолетней суммой выпадения осадков на уровне 350- 400 мм. Климат Иркутской области резкоконтинентальный, с продолжительными холодными зимами (180-200 дней) и резким колебанием суточных и сезонных температур. Средняя температура холодного периода в году варьируют от минус 5 °С до минус 40 °С, а теплого - от 10 °С до 35 °С. Их амплитуда в течение года составляет 70-80 °С [8].

Суровый климат отрицательно сказывается на технологических свойствах собираемого и хранимого урожая. Формирование и созревание зерна происходит при похолодании. В сыром виде, оно подвергается грибковым заболеваниям, а при наступлении ранних заморозков – морозобою [7].

Природно-климатические условия Иркутской области предъявляет дополнительные требования к повышенному вниманию при обеспечении работ по уборке, обработке и хранению урожая. Средняя влажность всего убираемого зерна составляет $W=20-25\%$, поэтому его обязательно нужно сушить.

Целью работы является анализ существующих методов сушки зерна и выбор наиболее эффективного способа сушки подходящего к природным условиям Иркутской области.

Зерно сушат до состояния кондиционной влажности, при которой можно хранить длительное время без порчи и потерь. В отличие от сушки других влажных материалов, сушка зерна характеризуется важной особенностью: зерно живой организм, и в процессе сушки необходимо сохранить его жизнедеятельность [1].

При выборе оптимального способа сушки целесообразно и оправданно использовать следующие показатели:

- время сушки;
- температура и равномерность сушки;
- количество удаленной влаги;
- расход топлива и электроэнергии.

Важную роль играет предыстория зерна, то есть его текущая влажность. Различают четыре состояния зерна по влажности – сухое, средней сухости, влажное и сырое. Их интервалы указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Состояние влажности зерна

Культура	Влажность зерна, %					
	Сухое	Средней сухости		Влажное		Сырое
	До	Свыше	До	Свыше	До	Свыше
Пшеница, рожь, ячмень, гречиха	14,0	14,0	15,5	15,5	17,0	17,0

Способы сушки классифицируются по такому признаку, как вид передачи тепла зерну. Передавать его можно конвективным, кондуктивным, радиационным способом и электротокком. Ещё существует способ без подачи тепла - это адсорбционно-контактный. Рассмотрим их более подробно.

Конвективный способ сушки зерна.

Один из самых распространенных способов сушки. Тепло при такой сушке передаётся конвективно. А агент сушки не только передает тепло, но иногда поглощает влагу.

Так можно сушить зерно смесью топочных газов с воздухом или просто воздухом, нагретым в теплообменнике. Сушка нагретым воздухом исключает попадание продуктов сгорания топлива (сернистого газа, дыма) в сушильную камеру.

Конвективный способ сушки считается самым распространенным в сельском хозяйстве и делится на несколько видов по состояниям зернового слоя [5].

В плотном неподвижном слое сушка осуществляется различного типа напольными, треугольными или ромбическими сушилками.

Процесс происходит следующим образом: зерно высыпается самосвалом на сетчатый пол и разравнивается вручную на напольных зерносушилках; И транспортёр заполняет пространство между сетками на треугольных и ромбических сушилках. Теплоноситель подаётся под сетчатый пол на напольных и в межсеточное пространство на треугольных и ромбических сушилках. В зависимости от влажности зерна процесс сушки длится в течение 20-30 ч., а иногда и более [4].

Недостатками этого способа являются:

- напольные сушилки требуют большого ручного труда на погрузочно-

разгрузочных работах (выравнивание поверхности зерна по толщине, подгребание зерна при выгрузке и т.д.).

- сушка неравномерно по высоте насыпи и по площади сушильной камеры (при выравнивании поверхности насыпи зерна рабочий вынужден ходить по насыпи, что обуславливает различное уплотнение слоя и разное сопротивление его проходу воздуха).

- при использовании напольных сушилок имеет место дополнительное травмирование зерна колесами автомобиля, погрузчика;

- сушка на ромбических и треугольных зерносушилках приводит к очень большой неравномерной влажности по всей толщине слоя [4].

- при такой сушке невозможно осуществить поточный процесс.

Сушка в пересыпающемся слое.

Этот способ применяют только в барабанных зерносушилках. Камерой служит пустотелый барабан, внутри которого размещены лопасти и полочки, поднимающие зерно и распределяющие его по сечению барабана. Когда начинается его вращения лопасти поднимают зерно, потом оно падает вниз, пересыпается с полочки на полочку, а сквозь него проходит нагретый воздух, который является агентом сушки. В такой сушилке можно сушить зерно независимо от его влажности и засоренности; зерно хорошо перемешивается и интенсивно продувается, при этом оно равномерно нагревается и просушивается. Процесс сушки происходит при температуре агента сушки 150 – 200 °С. Длительность сушки составляет 20 – 40 минут. Съём влаги от 3 до 6 % [6].

Недостатки этого способа:

- при сушке смесью топочных газов с воздухом (подогрев воздуха в теплообменнике до температуры 200 °С является энергозатратным);

- невозможно сушить зерно влажностью более 21 процента в потоке (необходим неоднократный пропуск зерна через зерносушилку) что делает этот способ не актуальным для Иркутской области;

- невозможно обеспечить сушку семенного зерна (применение мягких режимов сушки приводит к 3-х или 4-х кратному уменьшению производительности и влагосъема). Что в свою очередь тоже не актуально.

Конвективная сушка разрыхлённого, или кипящего слоя.

Осуществляют на сетке (сите). Зерно размешено на этом сите и на протяжении всего времени сушки продувается агентом со скоростью 1,0...1,2 м/с. Скорость агента сушки влияет на зерновой слой, от неё он имеет разную степень разрыхления, начиная от слабо разрыхлённого до кипящего. Зерно перемещается к выходу при незначительном наклоне сетки. Чем быстрее скорость продува зернового слоя, тем сильнее оно перемешивается.

Недостатки:

- на сетке имеющую большую площадь невозможно обеспечить равномерный продув. В связи с этим наблюдается неравномерность нагрева и сушки.

- в кипящем слое при толщине 100 мм и температуре агента сушки 120...140⁰С, а температура нагрева зерна достигает максимально допустимого значения (50...60⁰ С), а снижение влажности зерна за это время составляет не более 2,0 - 2,5 %.

- при температуре агента сушки 60⁰С влажность зерна снижается за 1 мин на 1%. При таком небольшом проценте снижения влажности и при быстром нагревании зерна зерносушилки с кипящим слоем не подходят для данного региона [3].

Кондуктивный способ сушки зерна.

Способ, где зерно во время сушки насыпано непосредственно на горячую поверхность, малоэффективно и требует большого расхода тепла. При таком способе нижний слой зерна, соприкасающийся с горячей поверхностью, быстро нагревается, а в это же время поверхностный слой остается сырым [8].

Одной из разновидности кондуктивной сушки является сушка в вакууме. В вакуум-сушилках тепло передаётся зерну от стенок паровых труб, а испаряемая влага непрерывно откачивается вакуум-насосом и поступает в конденсатор. Чем больше вакуум в зерносушилке, тем интенсивнее испаряется влага из зерна и тем ниже температура его нагрева. В среднем влажность зерна снижается до необходимого уровня в течение 2 часов.

Недостатки:

- большой расход электроэнергии на работу вакуум – насосов.
- сложность устройства технологических процессов влияет на увеличение стоимости сушки [2].

Радиационный способ сушки зерна. К нему относят солнечную сушку. Зерно на время этой сушки рассыпают на открытой площадке, оно нагревается от солнечных лучей, а испарившаяся влага выходит в атмосферу. Время сушки сокращается при тонком зерновом слое и при наличии ветра над слоем. В основном её применяют в отдельных случаях для сушки небольших партий семенного зерна, в данном исследовании этот способ не подходит.

Радиационную передачу тепла зерну так же можно осуществить при помощи инфракрасных (тепловых) лучей от излучателей.

Недостатки:

- ламповые генераторы инфракрасного излучения просты и безопасны в работе, но имеют низкий КПД и потребляют около 5 кВт в ч. на 1 кг испарённой влаги.
- при инфракрасном облучении слой надо непрерывно перемешивать, испаряемую влагу удалять в атмосферу, а просушенное зерно направлять в охладитель, что усложняет устройство и обслуживание сушилок [3].

Сушка в электрическом поле высокой частоты (ТВЧ). Зерно находится в поле ТВЧ, энергия в котором превращается в теплоту, поэтому зерно нагревается.

Температура зерна в поле ТВЧ быстро повышается (в течение

нескольких секунд), причём однородный материал нагревается равномерно по всей толщине. Разогрев происходит за счёт передачи энергии путём передачи молекулам зерна дополнительной кинетической энергии (разгона молекул) [6].

Недостатки:

- влияние сушки ТВЧ на семенные и продовольственные качества зерна трактуются разными авторами неоднозначно, и может привести к потере посевных качеств зерна.

- этот способ требует большого расхода электроэнергии (более 5 кВт в ч на 1 кг испарённой влаги).

В основу сушки зерна заложена передача теплоты от сушильного агента к зерну, а также испарения влаги с поверхности зерна в окружающую среду. Перемещения влаги из внутренних слоев зерна с большим влагосодержанием к поверхности зерна с меньшим влагосодержанием. Перемещение влаги из слоев с большей температурой к слоям с меньшей влагой. При этом происходит изменение физических, биохимических и других свойств зерна.

Перемещение влаги внутри зерна зависит от разности температур на его поверхности и в центре, причем влага перемещается из мест с большей температурой в места с меньшей. Коэффициент диффузии увеличивается с повышением температуры.

С физической стороны процесс сушки зерна происходит интенсивно при значительном изменении температур. Но тепловое воздействие на зерно при определенных условиях оказывает отрицательное влияние на его технологические свойства вследствие денатурации белков. Высокая температура нагрева влечет за собой снижение хлебопекарных качеств, а при сильном нагреве – их полную потерю. Чем выше влажность зерна, тем чувствительней оно к тепловой денатурации. При сушке семенного зерна ограничения температурного воздействия более жесткие, поскольку необходимо сохранить биологический потенциал этих семян.

Рассмотрев основные способы сушки зерна в малоподвижном гравитационном плотном слое, можно сделать вывод, что именно этот способ лучше всего подходит для данного региона.

Для реализации данного способа сушки хорошо подходят шахтные сушилки, имеющие подводящие и отводящие короба, расположенные в шахматном порядке. Зерно в них во время сушки движется сверху вниз, проходя большое число чередующихся подводящих и отводящих коробов. При этом могут быть применены прямоточная, противоточная или перекрестная схема продувки потока зерна сушильным агентом.

После сушки в сушильной части шахты зерно охлаждается в охладительной части, её конструкция не отличается от сушильной. Там же зерно продувается атмосферным воздухом, при прохождении через слой зерна температура воздуха возрастает и увеличивается его влагоемкость. Что приводит к дополнительному испарению влаги из зерна. Сушильный агент

выполняет функции теплоносителя и влагопоглотителя. Интенсивность сушки зерна зависит от температуры, относительной влажности, расхода и скорости сушильного агента.

Теоретический КПД сушилки (если не учитывать потери тепла через стенки) можно рассчитать по формуле:

$$\eta = \frac{(T_{max} - T_{вых})}{(T_{max} - T_0)}, \quad (1)$$

где T_{max} - температура воздуха максимальная. $^{\circ}\text{C}$;

$T_{вых}$ - температура воздуха на выходе сушилки, $^{\circ}\text{C}$;

T_0 - начальная температура зерна. $^{\circ}\text{C}$.

Для повышения КПД теплогенераторов рекомендуется применение сушки чистым нагретым воздухом. При этом лучше сохраняется качество зерна и уменьшается пожарная опасность. Также получение сушильного агента в виде нагретого воздуха позволяет сжигать в теплогенераторах такое низкосортное топливо как - мазут, уголь, торф и др.

Существуют определенная зависимость между основными параметрами процесса сушки (влажностью зерна, температуры нагрева, экспозиции сушки), определяющая его течение без нарушения качества зерна. Шахтные зерносушилки позволяют сохранить его оптимальные свойства и обеспечивая идеальные условия для его хранения, даже в таких экстремальных условиях, как в Иркутской области.

Наиболее экономическую эффективность можно получить при переводе шахтных сушилок на рециркуляционный режим сушки зерна, что позволяет обеспечить значительно большее удаление влаги, снизить неравномерность сушки и расход топлива.

В следующей статье предполагается осуществить теоретические расчеты КПД данного способа сушки зерна в двух режимах обычном и рециркуляционном.

Список литературы

1. *Атаназевич В. И.* Сушка зерна / *В. И. Атаназевич*; – М.: ДеЛиПринт, 2007. – 480 с.
2. *Баум А. Е.* Сушка зерна / *А. Е. Баум, В. А. Резчиков* – М.: Колос, 1983. – 223 с.
3. *Вобликов Е. М.* Послеуборочная обработка и хранение зерна / *Е. М. Вобликов, В. А. Буханцов, Б. К. Маратов, А. С. Прокопец*; Ростов н/Д: МарТ, 2001. – 240 с.
4. *Захарченко И. В.* Послеуборочная обработка семян в Нечерноземной зоне / *И. В. Захарченко*; – М.: Россельхозиздат, 1983. – 263 с
5. *Карпов Б. А.* Технология послеуборочной обработки и хранения зерна / *Б. А. Карпов*; – М.: Агропромиздат, 1987. – 285 с.
6. *Машины и оборудование для послеуборочной обработки зерна: кат.* – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2003. – 204 с.
7. *Разумовский А. Г.* Качество зерновых культур и пути его повышения в Восточной Сибири / *А. Г. Разумовский, Л. В. Плеханова*; Под ред. *Н. А. Сурина*; Краснояр. НИИСХ. – Новосибирск, 2005. – 176 с.
8. *Уборка и послеуборочная обработка зерновых культур в экстремальных условиях Сибири.* – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2011. – 176 с.

References

1. Atanazevich V. I. Sushka zerna [Grain drying]. Moskva, 2007, 480 p.
2. Baum A. E. Sushka zerna [Grain drying]. Moskva, 1983. – 223 p.
3. Voblikov E. M. Posleuborochnaya obrabotka i hranenie zerna [Post harvesting and grain storage]. Rostov n/D, 2001, 240 p.
4. Zaharchenko I. V. Posleuborochnaya obrabotka semyan v Nechernozemnoj zone [Post-harvest treatment of seeds in the Non-Black Earth Zone]. Moskva, 1983, 263 p.
5. Karpov B.A. Tekhnologiya posleuborochnoj obrabotki i hraneniya zerna [Post-harvest grain processing and storage technology]. Moskva, 1987, 285 p.
6. Mashiny i oborudovanie dlya posleuborochnoj obrabotki zerna [Machines and equipment for post-harvest processing of grain]. Moskva, 2003, 204 p.
7. Razumovskij A.G. Kachestvo zernovyh kul'tur i puti ego povysheniya v Vostochnoj Sibiri [Quality of grain crops and ways to increase it in Eastern Siberia]. Novosibirsk, 2005, 176 p.
8. Uborka i posleuborochnaya obrabotka zernovyh kul'tur v ekstremal'nyh usloviyah Sibiri [Harvesting and post-harvest processing of grain crops in extreme conditions of Siberia]. Moskva, 2011, 176 p.

Сведения об авторах

Непомнящий Евгений Петрович – студент второго курса энергетического факультета, направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия, Иркутский ГАУ (664011, Россия, Иркутская область, Иркутск, ул. Горького 31 «А»), 401. тел. 89025605469, e-mail zeka.john2018@yandex.ru).

Сукьясов Сергей Владимирович – к.т.н., доцент кафедры электрооборудования и физики, энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 8(3952)237360, e-mail: sukyasov@mail.ru).

Information about the authors

Nepomnyachtchy Evgeny Petrovich - second-year student of the energy faculty, training areas 35.04.06 Agroengineering, Irkutsk SAU (664011, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk, ul. Gorkogo 31 "A," 401. тел. 89025605469, e-mail zeka.john2018@yandex.ru).

Sukyasov Sergey Vladimirovich - PhD in Technological Sciences, the associate professor of electric equipment and physics – power faculty, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny. tel. 8 (3952)237360, e-mail: sukyasov@mail.ru).

УДК 635.64:664. 8.047:355

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И СУШКИ ОВОЩЕЙ

Озимов Е.Н., Прудников А.Ю.

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

В работе рассмотрены электротехнологии, которые применяются для обработки овощей. Представлены способы сушки, их классификация и сравнительная характеристика. На основании анализа существующих методов даны рекомендации по сушке овощей. Конечной целью обработки и сушки является получение продуктов высокой пищевой ценности с увеличенным сроком хранения. В качестве наилучшего способа рекомендована радиационная сушка, которая осуществляется за счет поглощения

высушиваемым материалом инфракрасного спектра электромагнитного излучения длиной волны от 0,5 до 350 мкм.

Ключевые слова: электротехнологии, сушка, овощи, инфракрасная обработка, длина волны.

ELECTRICAL TECHNOLOGIES USED FOR PROCESSING AND DRYING VEGETABLES

Ozimov E.N., Prudnikov A.Yu.

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

The paper discusses the electrical technologies that are used to process agricultural products, namely vegetables. Drying methods, their classification and comparative characteristics are presented. Based on the analysis of existing methods, recommendations are given for drying vegetables. The ultimate goal of processing and drying is to obtain products of high nutritional value, with an extended shelf life. As the best method, radiation drying is recommended, which is carried out by absorbing the dried material of the infrared spectrum of electromagnetic radiation with a wavelength of 0.5 to 350 microns

Key words: electrotechnology, drying, vegetables, infrared processing, wavelength.

Под понятием «электротехнология» принято принимать производственное использование электрической энергии в виде электрических полей, электрического тока, а также преобразование ее в другие виды энергии, такие как световую, тепловую, магнитную и акустическую, для непосредственного воздействия на сельскохозяйственные биологические объекты и продукцию.

К особенностям электротехнологий можно отнести:

- воздействие на большое число растительных объектов, животных и птицы, продуктов и материалов;
- сравнительно простое осуществление автоматизации и точного управления электротехнологическими установками в связи с безынерционностью управления электроэнергией;
- воздействие на обрабатываемый объект непосредственно различными формами энергии без использования рабочих машин [8].

Внедрение электротехнологий в процесс обработки овощей дает возможность увеличить производительность труда практически во всех отраслях производства, а так же приводит к улучшению качества продукции. Использование данных технологий способствует созданию новых материалов и продуктов с заданными свойствами. Электротехнологии помогают экономить материальные и трудовые ресурсы, а также снижать вредное воздействие производства на окружающую среду.

Развитие отечественного агропромышленного комплекса находится в прямой зависимости от качества и актуальности технологий, применяемых в данном производстве. Инновационные достижения — ключевой фактор в успешном ведении хозяйства и достижении продовольственной независимости страны, возможности производства конкурентоспособной продукции. При этом огромное значение придается таким технологиям, как энерго- и

ресурсосберегающие предложения, техническое переоснащение отраслей агропромышленного комплекса. Данный подход обеспечивает переход на иные, нетрадиционные способы использования природного потенциала страны [11].

Продукты растениеводства склонны к потере своих биологически активных веществ за счет процессов жизнедеятельности, происходящих в плодах. Даже при поддержании оптимальных параметров хранения часть урожая портится, а другая половина приходит в негодность, в итоге норма естественной убыли может достигать 20-30 % и более.

Это приводит к тому, что необходимо прорабатывать вопрос о послеуборочной обработке и переработке сельскохозяйственной продукции для обеспечения длительного хранения и максимального снижения потерь урожая.

Важнейшим звеном послеуборочной обработки и переработки овощной продукции является сушка. Именно сушка обеспечивает длительную сохранность продукта, и максимально сохраняет витаминно-минеральный состав того или иного продукта. Сушеные овощи становятся все более востребованными на российском и мировом рынках.

С точки зрения температурной обработки различают высокотемпературную и низкотемпературную сушку. В результате удаления воды масса и объем материала уменьшаются. Неправильно подобранная температура сушки влияет на качество продукта. Использование высоких температур приводит к возникновению неприятного вкуса и усадке объема высушенного сырья.

Как известно, сушка материалов происходит в сушильных машинах. Тепло чаще всего обеспечивается:

- контактом материала с поверхностью, полками, нагреваемыми изнутри,
- контактом с горячим газом,
- эффектом инфракрасного излучения (с помощью нагревателей или электрическими лампами) или микроволнами (переменного электромагнитного поля).

Технологической обработке подвергается большое разнообразие сельскохозяйственных продуктов, например: морковь, свёкла, томаты, лук и т.д. Инфракрасная обработка является важным звеном технологической обработки продуктов. Овощи, высушенные с использованием новых технологий и оборудования, сохраняют в своём составе витамины и микроэлементы в количестве 90-95 % от исходного сырья [6].

Известны различные методы сушки и использование их весьма разнообразно. Непосредственный выбор метода зависит от физического состояния сырья, его химического состава, требуемых свойств конечного продукта и экономичности процесса [5, 7].

Классификация способов сушки представлена в таблице 1.

Для сушки овощей и продуктов растениеводства, широкое применение получили установки, работающие на принципе использования электрической энергии, превращенной в энергию инфракрасного излучения.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

Таблица 1 – Классификация способов сушки

№ п/п	Классификация способов сушки	Метод сушки
1.	по способу воздействия сушильного агента	Естественная
		Искусственная
2.	по давлению в рабочей камере	Атмосферная
		Вакуумная
		Под избыточным давлением
3.	по способу подвода тепла к влажному материалу	Конвективная
		Контактная
		Диэлектрическая
		Сублимационная
		Радиационная
4.	по направлению движения высушиваемого материала и сушильного агента	Акустическая
		Прямоточные
		Противоточные
5.	по виду сушильного агента	Перекрестные
		Аппараты, использующие нагретый воздух
		Установки, использующие дымовые или инертные газы
		Установки, используемые смесь воздуха с дымовыми газами
		Установки, используемые перегретый или насыщенный пар
6.	по способу нагрева сушильного агента	Установки, используемые жидкий теплоноситель
		Установки, используемые электрический ток
		Установки с паровыми калориферами
		Установки с огневыми калориферами
7.	по кратности использования сушильного агента	Установки с топками на жидком топливе
		Установки с топками на газовом топливе
8.	по режиму работы	С однократным использованием нагретого воздуха
		С многократным использованием нагретого воздуха
9.	по гидродинамическому режиму	Периодического действия
		Непрерывного действия
		С неподвижным слоем материала
		С взвешенным слоем материала
		С перемешиваемым способом материала

Применение инфракрасной обработки и сушки рационально для овощей таких как морковь, свёкла, репа, сельдерей, капуста, шпинат, томаты, петрушка, перец, картофель [3].

Учеными [1, 2, 5] проведены опыты по сушке следующих видов продуктов растениеводства: укропа, петрушки, сельдерея и репчатого лука, моркови, свёклы, томатов.

В таблице 2 представлена эффективность сушки при помощи энергии ИК-излучения комбинированными режимами некоторых продуктов.

При хранении сушеные овощи имеют ряд преимуществ перед свежими овощами, а именно:

- низкая остаточная влажность в пределах 10-15% обеспечивает незначительный объем массы и высокую концентрацию питательных веществ;

- существенно упрощаются условия хранения и транспортировки, особенно в гранулированном и брикетированном виде;

- возможность использования для снабжения населения дальних и

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

труднодоступных районов страны, армии и флота, различных экспедиций, космонавтов, туристов и т.п.;

– не требуется дорогостоящей и громоздкой тары для упаковки по сравнению со свежими продуктами;

– существенно увеличивается, независимо от внешних условий, срок хранения без значительных потерь полезных свойств исходного сырья по сравнению со свежими продуктами [4].

Таблица 2 – Параметры инфракрасной сушки продуктов

Наименование продукта	Толщина слоя, мм	Масса продукта на единицу поверхности конвейера, кг/м ²	Продолжительность сушки, ч	Расход электроэнергии, кВт·ч/кг
Зеленый горошек	10	8	2	0,97
Фасоль	10	12	2,5	0,75
Морковь	5	10	3	1,08
Репа	6	10	2	0,72
Капуста	10	7	1,5	0,77
Томаты	–	3,5	2,5	1,82
Баклажаны	7	6	4	1,65
Картофель	5	10	2	1

Сухость воздуха и скорость его потока оказывают значительное влияние на скорость процесса сушки и на качество конечного продукта. Поэтому пар, накапливающийся над высушенным материалом, должен быть удален как можно быстрее, посредством циркуляции воздуха или вакуумом.

Анализируя таблицу 2 можно сказать, что можно сказать, что род продукта и толщина его нарезки имеют значительное влияние на продолжительность процесса и на расход электроэнергии. Большой расход электроэнергии при сушке моркови и томатов будет оказывать отрицательное воздействие на экономический эффект и на себестоимость продукта

Технология инфракрасной сушки позволяет практически на 100% использовать подведенную к продукту энергию. В отличие от других видов сушки, энергия подводится непосредственно к продукту, чем достигается высокий КПД процесса сушки. Такая сушка эффективна при температуре сырья 40-60°C, и позволяет максимально сохранять исходное содержание питательных веществ продукта за счёт того, что не рвутся клетки, сохраняются витамины и микроэлементы [9].

Одной из важных задач является последовательность проведения экспериментальных работ по обезвоживанию продуктов. Авторами работы [4] был предложен алгоритм, изображенный на рисунке.

Следовательно, можно сказать, что низкие температуры не нагревают оборудование, потери тепла через стенки минимальны, а процессом сушки достаточно просто управлять.

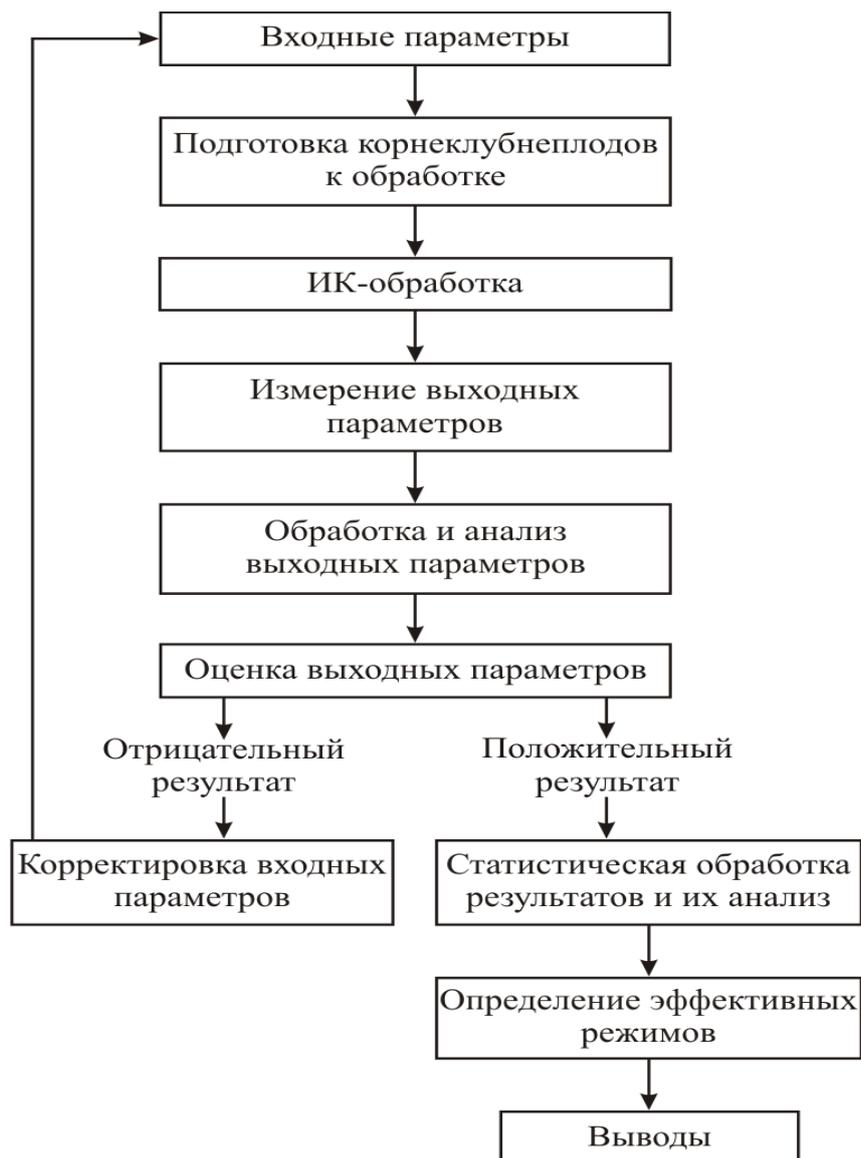


Рисунок 1 – Алгоритм проведения экспериментальных исследований [5]

Инфракрасное излучение позволяет снизить микрофлору на поверхности плодов, делая такой продукт пригодным для длительного хранения. Оборудование, применяемое при данном виде сушки, обладает низким удельным энергопотреблением на 1 кг испаренной влаги, надежностью, низкой ценой и высокой окупаемостью.

Список литературы

1. Алтухов, И.В. Влияние импульсной инфракрасной сушки на сохранность активнoдействующих веществ / И.В. Алтухов, Н.В. Цугленок, В.Д. Очиров // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – №1 (17). – С. 7-10.
2. Алтухов И.В. Влияние режимов импульсной инфракрасной обработки и сушки томатов на биотехнические условия нагрева / И.В. Алтухов, С.М. Быкова // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 10. – С. 132-138.
3. Алтухов И.В. Постоянная времени нагрева корнеплодов моркови / И.В. Алтухов, В.Д. Очиров, С.М. Быкова, Н.И. Поздеева // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования

«Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». – 2013. – №2 (58). – С. 10-11.

4. *Алтухов И.В.* Применение возобновляемых источников энергии для переработки и сушки дикорастущего растительного сырья / *И.В. Алтухов, С.М. Быкова, Г.В. Лукина, С.В. Подъячих* // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 11. – С. 158-164.

5. *Алтухов И.В.* Технология обработки сельскохозяйственного сырья растительного происхождения тепловым излучением: монография / *И.В. Алтухов, В.А. Федотов, В.Д. Очиров*// – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2019. – 144 с.

6. *Афонькина, В. А.* Теоретические аспекты обоснования выбора пленочных ИК-излучателей для сушки термолабильных культур / *В. А. Афонькина* // АПК России. Челябинская государственная агроинженерная академия (Челябинск). — 2012. — Т. 62. — С. 5—8.

7. *Быкова С.М.* Влияние режимов инфракрасного излучения на содержания витамина С в томатах / *С.М. Быкова, И.В. Алтухов* // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК: мат. VIII нац. науч.-практ. конф. с международ. участием «Чтения И.П. Терских», посвящ. 85-летию Иркутского ГАУ (Иркутский ГАУ, 26-27 сентября 2019 г.). – Иркутск: Иркутский ГАУ, 2019.

8. *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 общей редакцией Трушкина В.А., Саратов, 18 апреля 2016 г. – Саратов: Издательство ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2016. – С. 175-177

9. *Очиров В.Д.* Экспериментальная ИК-установка для сушки плодов и овощей / *В.Д. Очиров, В.А. Федотов, И.В. Алтухов* // Вестник ИрГСХА. – 2017. – № 81-2. – С. 90-96.

10. *Попов, В. М., Афонькина, В. А.* и др. Сушильная установка // Патент на полезную модель *RUS 122758 22.02.2012*, опубл. 10.12.2012.

11. *Попов В.М.* Результаты исследований качественных показателей процесса ИК-сушки томатов с установкой сроков хранения/ *Афонькина В.А. Левинский В.Н.*// Вестник КрасГАУ. – 2018. - №4. – С.174-181.

References

1. Altukhov, I.V. Vliyanie impul'snoj infrakrasnoj sushki na sokhrannost' aktivnodejstvuyushhikh veshhestv [Effect of pulsed infrared drying on the safety of active substances]/ *I.V. Altukhov, N.V. TSuglenok, V.D. Ochirov* // Vestnik APK Stavropol'ya. – 2015. – no 1 (17). – pp. 7-10.

2. Altukhov I.V. Vliyanie rezhimov impul'snoj infrakrasnoj obrabotki i sushki tomatov na biotekhnicheskie usloviya nagreva [Influence of pulsed infrared processing and tomato drying modes on biotechnical heating conditions] / *I.V. Altukhov, S.M. Bykova* // Vestnik KrasGAU. – 2019. – no 10. – pp. 132-138.

3. Altukhov I.V. Postoyannaya vremeni nagreva korneplodov morkovi [Time constant of heating of the root vegetable carrot]/ *I.V. Altukhov, V.D. Ochirov, S.M. Bykova, N.I. Pozdeeva* // Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya «Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet im. V.P. Goryachkina». – 2013. – no 2 (58). – pp. 10-11.

4. Altukhov I.V. Primenenie vozobnovlyaemykh istochnikov ehnergii dlya pererabotki i sushki dikorastushhego rastitel'nogo syr'ya (nauchnaya stat'ya) [Use of renewable energy sources for processing and drying of wild plant raw materials] / *I.V. Altukhov, S.M. Bykova, G.V. Lukina, S.V. Pod'yachikh* // Vestnik KrasGAU. – 2019. – no 11. – pp. 158-164.

5. Altukhov I.V. Tekhnologiya obrabotki sel'skokhozyajstvennogo syr'ya rastitel'nogo proiskhozhdeniya teplovym izlucheniem: monografiya [Technology for processing agricultural

raw materials of plant origin by thermal radiation: monograph] / I.V. Altukhov, V.A. Fedotov, V.D. Ochirov// – Molodezhnyj: Irkutskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. A.A. Ezhevskogo, 2019. – 144 P.

6. Afon'kina, V. A. Teoreticheskie aspekty obosnovaniya vy-bora plenochnykh IK-izluchatelej dlya sushki termolabil'nykh kul'tur[Theoretical aspects of justifying the choice of film IR emitters for drying thermolabile crops] / V. A. Afon'kina // АПК России. Челябинская государственная агроинженерная академия (Челябинск). — 2012. — Т. 62. — pp. 5—8.

7. Bykova S.M. Vliyanie rezhimov infrakrasnogo izlucheniya na sodержaniya vitamina C v tomatakh[Effect of infrared radiation modes on vitamin C content in tomatoes] / S.M. Bykova, I.V. Altukhov // Aktual'nye voprosy inzhenerno-tehnicheskogo i tekhnologicheskogo obespecheniya APK: mat. VIII nats. nauch.-prakt. konf. s mezhdunarod. uchastiem «CHteniya I.P. Terskikh», posvyashh. 85-letiyu Irkutskogo GAU (Irkutskij GAU, 26-27 sentyabrya 2019 g.). – Irkutsk: Irkutskij GAU, 2019.

8. Ochirov V.D. Obrabotka sel'skokhozyajstvennogo syr'ya infrakrasnym nagrevom [Processing of agricultural raw materials by infrared heating]/V.D. Ochirov, I.V. Altukhov, V.A. Fedotov, O.N. TSydypova // Aktual'nye problemy ehnergetiki: materialy VII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii; pod obshhej redaktsiej Trushkina V.A., Saratov, 18 aprelya 2016 g. – Saratov: Izdatel'stvo ООО «TSentr sotsial'nykh agroinnovatsij SGAU», 2016. – pp. 175-177

9. Ochirov V.D. EHksperimental'naya IK-ustanovka dlya sushki plodov i ovoshhej[Experimental IR system for drying fruits and vegetables] / V.D. Ochirov, V.A. Fedotov, I.V. Altukhov // Vestnik IrGSKHA. – 2017. – no 81-2. – pp. 90-96.

10. Popov, V. M., Afon'kina, V. A. i dr. Sushil'naya ustanovka [Drying unit]// Patent na poleznuyu model' RUS 122758 22.02.2012, opubl. 10.12.2012.

11. Popov V.M. Rezul'taty issledovaniy kachestvennykh pokazatelej protsessa IK-sushki tomatov s ustanovkoj srokov khraneniya [Results of studies of qualitative indicators of the process of IR drying of tomatoes with the setting of storage terms]/ Afon'kina V.A. Levinskij V.N.// Vestnik KrasGAU. – 2018. – no 4. – pp.174-181.

Сведения об авторах

Озимов Евгений Николаевич – магистрант 2 года энергетического факультета, направление 35.04.06 – Агроинженерия, профиль «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве», Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный 1/1, тел. 89041202604, e-mail: mr.groll666@yandex.ru).

Прудников Артем Юрьевич – ст. преп. кафедры электрооборудования и физики, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный 1/1, тел. 89247101077, e-mail: a.prudnicov@mail.ru).

Information about authors

Ozimov Evgeniy Nikolayevich – 2-year master's student of the Faculty of Energy, direction 35.04.06 - Agroengineering, profile "Electrotechnology and electrical equipment in agriculture", Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, 89041202604 telephone, e-mail: mr.groll666@yandex.ru)

Prudnikov Artem Yur'evich – senior lecturer. Department of electrical equipment and physics, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk region, village Youth 1/1, tel. 89247101077, email: a.prudnicov@mail.ru).

УДК 621.316.1

**АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СЕТИ 0,38 КВ
СЕЛЬСКОГО ДОМА С ОДНОФАЗНЫМИ НАГРУЗКАМИ**

Молчанова А. А., Сукьясов С. В.

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

Ежегодное увеличение единичной мощности бытовой нагрузки приводит к значительному ухудшению качества электрической энергии. Согласно исследованиям данного вопроса рост однофазных нагрузок приводит к увеличению несимметрии токов и, как следствие, к повышению коэффициента несимметрии по нулевой и обратной последовательности. Значительные однофазные нагрузки особенно проявляются в частном жилом секторе, где добиться абсолютно симметричного распределения потребителей не удается. Исследования посвящены анализу качества электрической энергии в сельском доме. Задачей является оценка результатов измерений и соответствие их нормативному документу – ГОСТу 32144-2013. Измерения проводились согласно методическим указаниям по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения, длительностью не менее недели.

Ключевые слова: качество электрической энергии, несимметрия токов, коэффициенты несимметрии, однофазная нагрузка.

**ANALYSIS OF THE QUALITY OF ELECTRIC ENERGY IN THE
NETWORK OF 0.38 kV RURAL HOUSE WITH SINGLE-PHASE LOADS**

Molchanova A. A., Sukyasov S. V.

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

The annual increase in unit household load power results in a significant deterioration in electrical power quality. According to scientific studies of this issue, the growth of single-phase loads leads to the leakage of current asymmetry and, as a result, to an increase in the unbalance coefficient by zero and reverse sequence. Significant single-phase loads are particularly evident in the private residential sector, where absolutely symmetrical distribution of consumers cannot be achieved. Research focuses on analyzing the quality of electrical energy in a rural home. The task is to evaluate the measurement results and to comply them with the regulatory document - GOST 32144-2013. Measurements were carried out in accordance with the methodological guidelines for monitoring and analysis of the quality of electrical energy in general-purpose power supply systems, lasting at least a week.

Keywords: quality of electric energy, asymmetry of currents, asymmetry coefficients, single-phase loading.

Увеличение количества городских и сельских жителей, развитие промышленности, создание совершенно новых по своей технологии производств, строительство новых и реконструкция действующих производственных объектов, внедрение мощных электроустановок, увеличение единичных мощностей бытового электрооборудования приводит к устойчивому росту электропотребления, что требует систематического развития электрических сетей с учетом возрастающих нагрузок.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

На стадии проектирования сельскохозяйственных объектов, при рассмотрении схемы распределения низковольтных (0,38кВ) сетей, необходимо учитывать установленную мощность отдельных электроприемников для того, чтобы осуществить их равномерное распределение по фазам. Но следует отметить, что при реальном подключении электропотребителей к распределительной сети 0,38кВ не всегда соблюдаются требования симметричного присоединения, в результате чего в сети заблаговременно создается несимметрия токов [2, 4]. В настоящее время показатели качества электроэнергии в России определены ГОСТ 32144-2013. Необходимо отметить, что соблюдение качества электроэнергии является важной задачей, решение которой определяет долговечность, надежность и безаварийность работы различного электрооборудования [1].

Многочисленные исследования, посвященные анализу режимов работы сельских сетей низкого напряжения, показали, что несимметрия токов вызвана большим количеством коммунально-бытовой нагрузки, основную часть которой составляют мощные однофазные электроприемники [4].

В виде объекта электрификации и энергообеспечения выберем среднестатистический для поселка жилой дом, расположенный в поселке Молодежный Иркутского района.

Измерения проводились в январе 2019 года на трансформаторной подстанции № 238, мощностью 630 кВ·А, схема соединения обмоток трансформатора $\Delta/Y-0$, количество отходящих линий равно двум (четыре участка) [3]. Обе линии питают коммунально-бытовую нагрузку (жилой сектор) (рис. 1). Зимний период был выбран не случайно, он характеризуется использованием наибольшего количества потребителей электрической энергии.

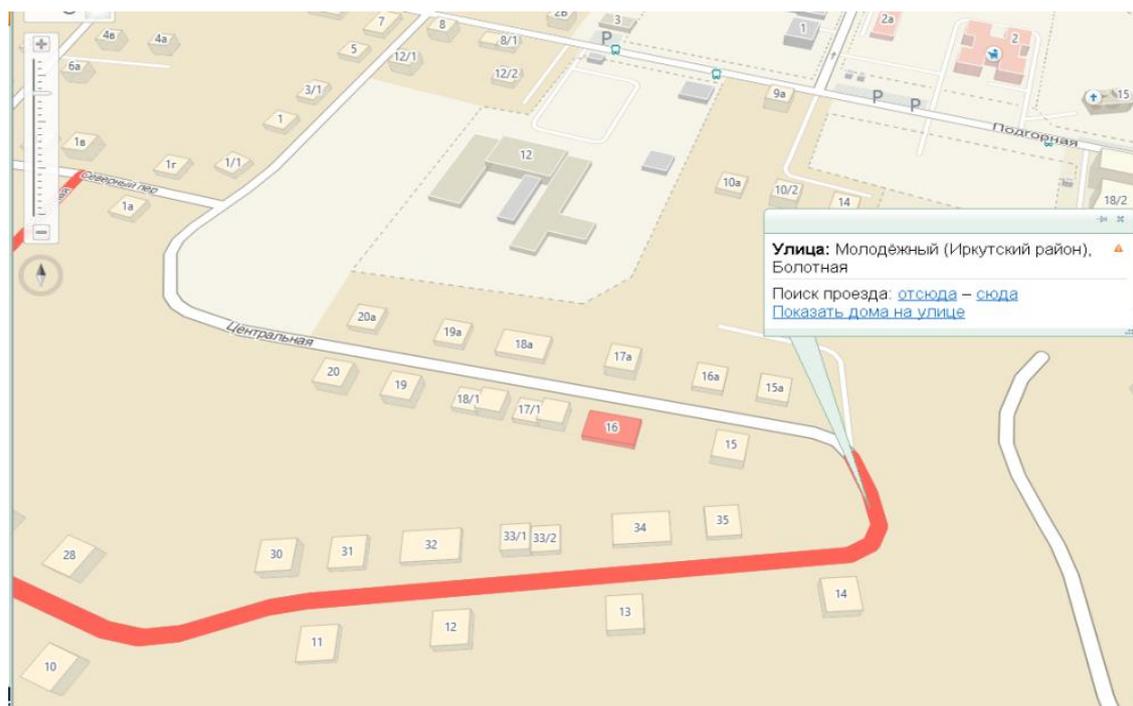


Рисунок 1 – Коммунально-бытовой сектор по ул. Болотная 16

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

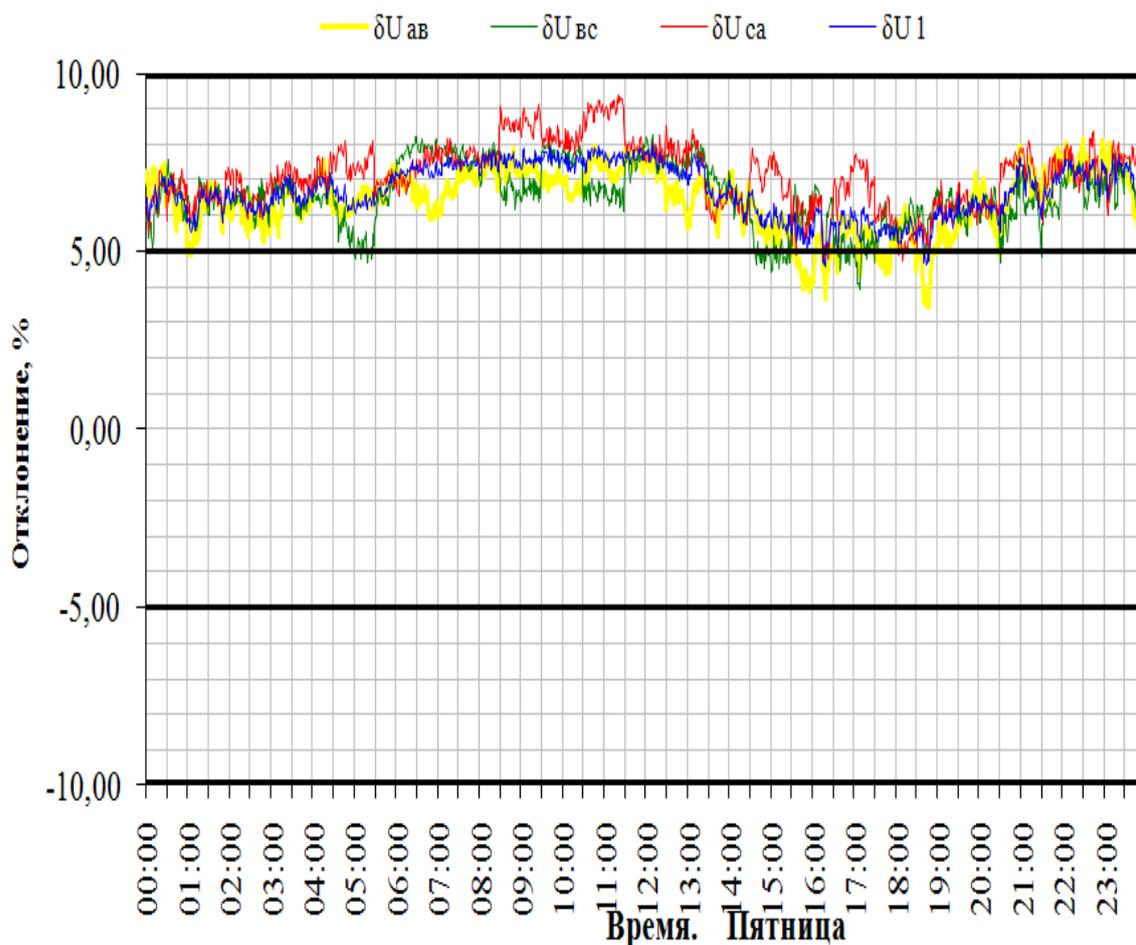
В качестве основного измерительного инструмента использовался прибор «Ресурс-UF». Этот цифровой прибор предназначен для регистрации относительных значений величин токов и напряжений прямой, нулевой и обратной последовательностей.

На цифровом выходе прибора формируются сигналы: относительного значения установившегося отклонения напряжения δU , коэффициента искажения синусоидальности кривой тока K_v , коэффициента несимметрии токов по обратной последовательности K_{2i} , коэффициента несимметрии токов по нулевой последовательности K_{0i} , коэффициента несимметрии напряжения по нулевой последовательности K_{0U} , коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности K_{2U} , коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения K_{Uv}

Для анализа результатов измерения были выбраны дни недели: четверг-среда. В период измерений входят как будние рабочие дни, так и выходные. Выберем два дня недели: пятница и суббота.

Полученные результаты подлежали математической обработке при помощи программного обеспечения. Данные и результаты расчета приводятся в итоговых таблицах EXCEL.

Графики изменения показателей качества электрической энергии приведены на рис. 2 - 5.



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

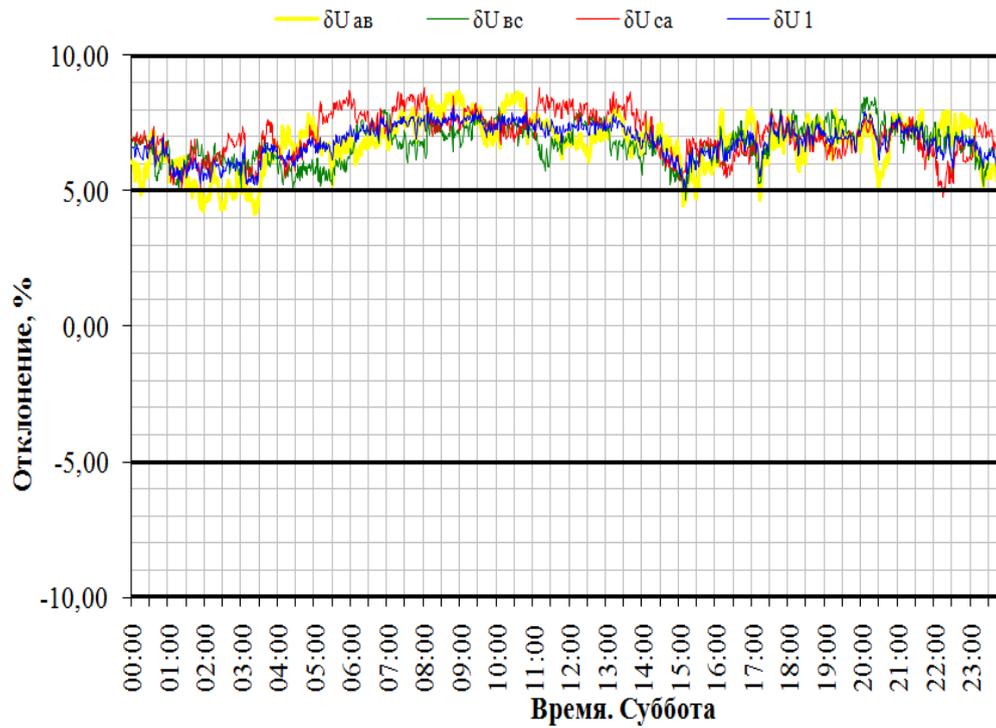
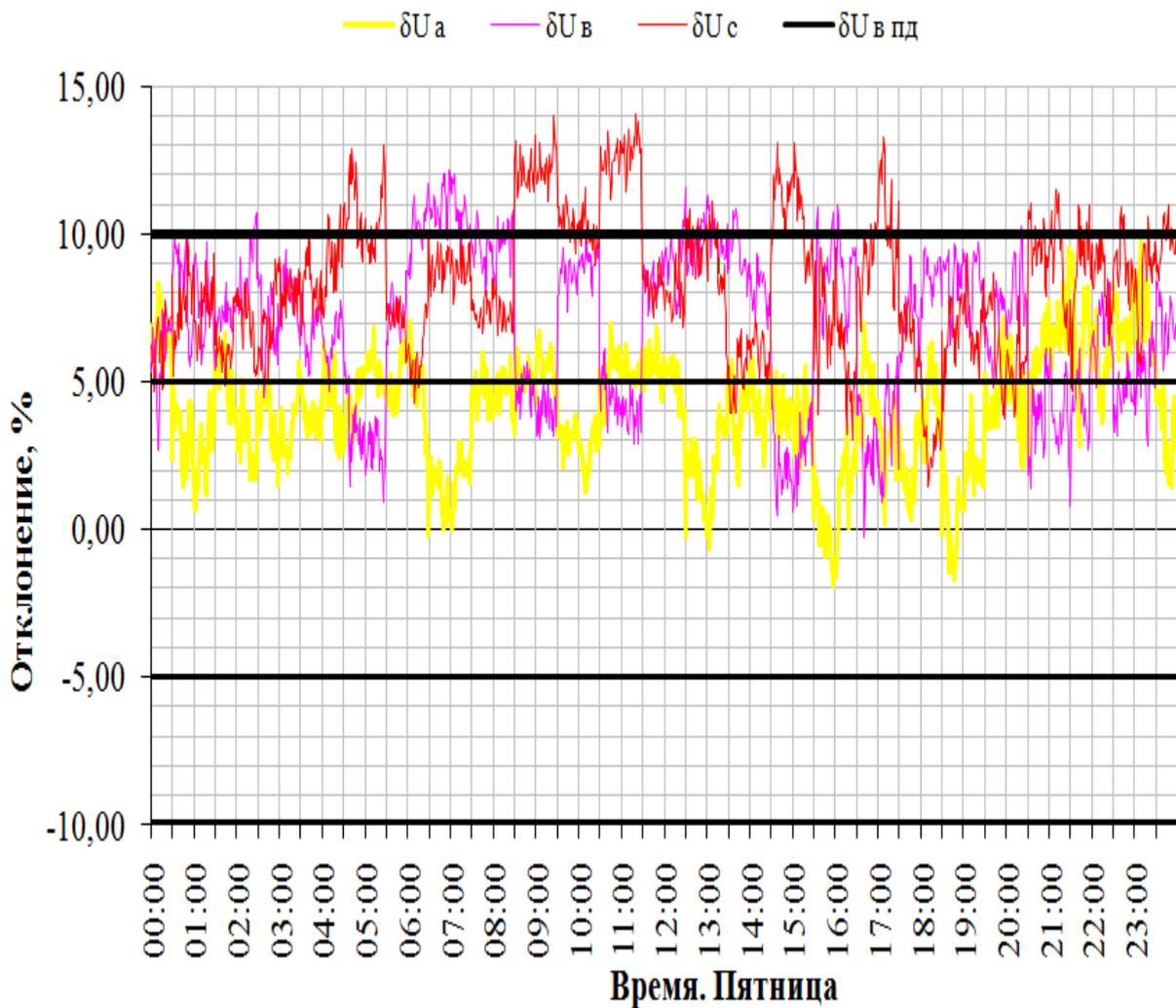


Рисунок 2 – Графики изменения отклонений междуфазных напряжения



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

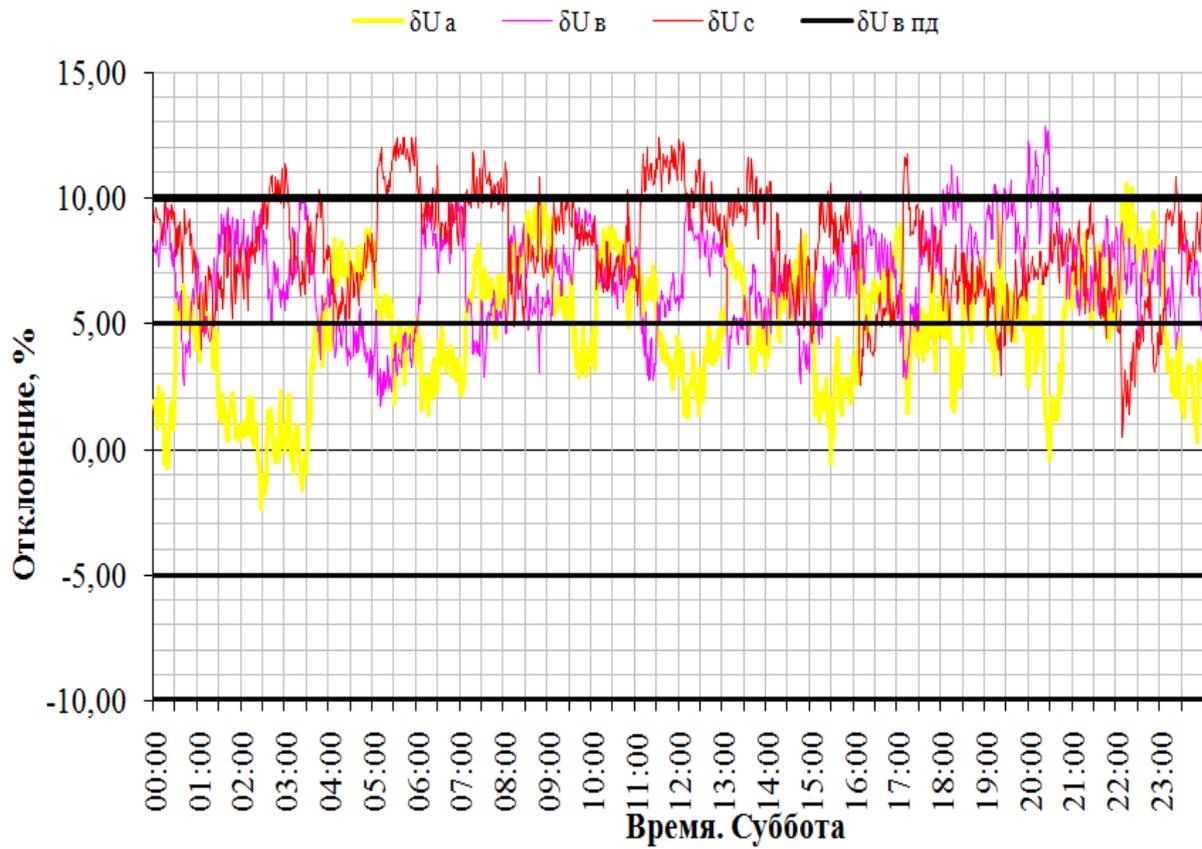
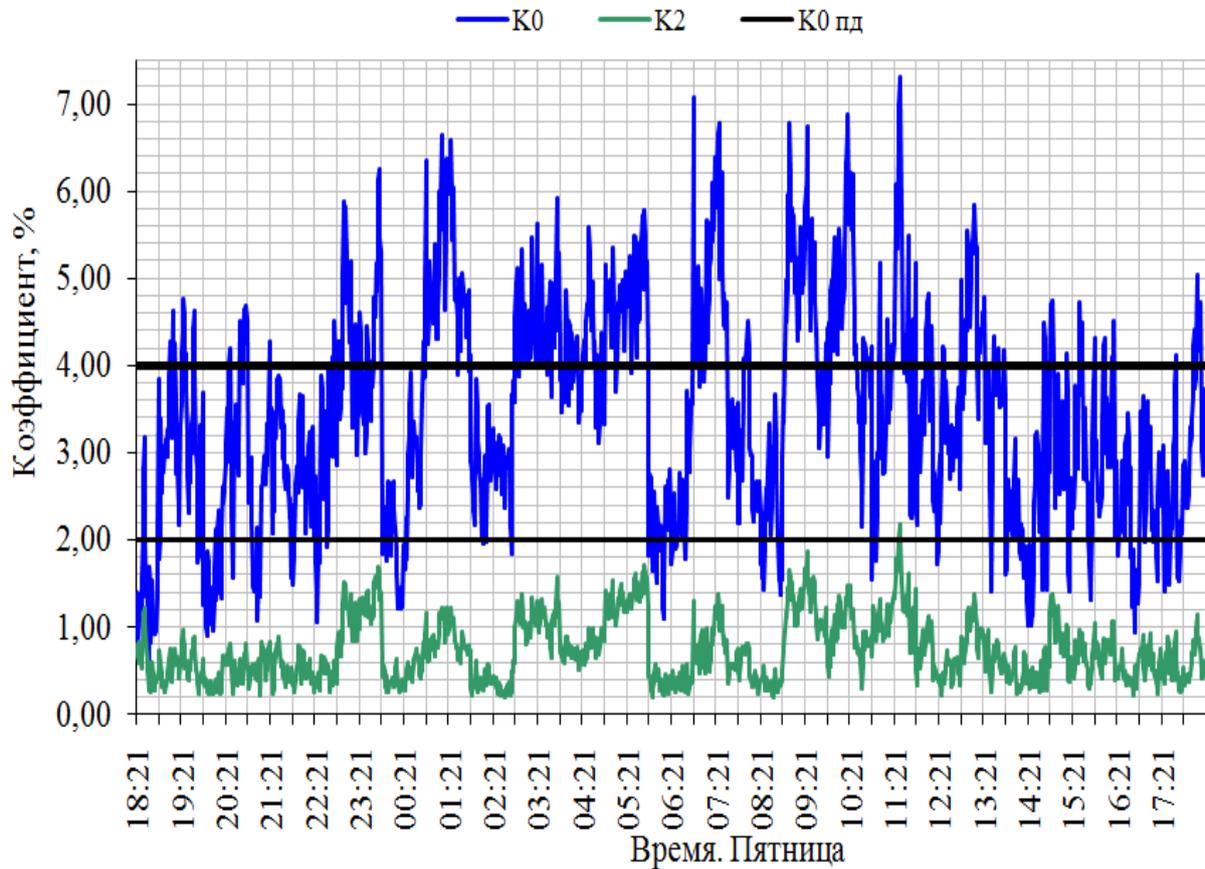


Рисунок 3 – Графики изменения отклонений фазных напряжения



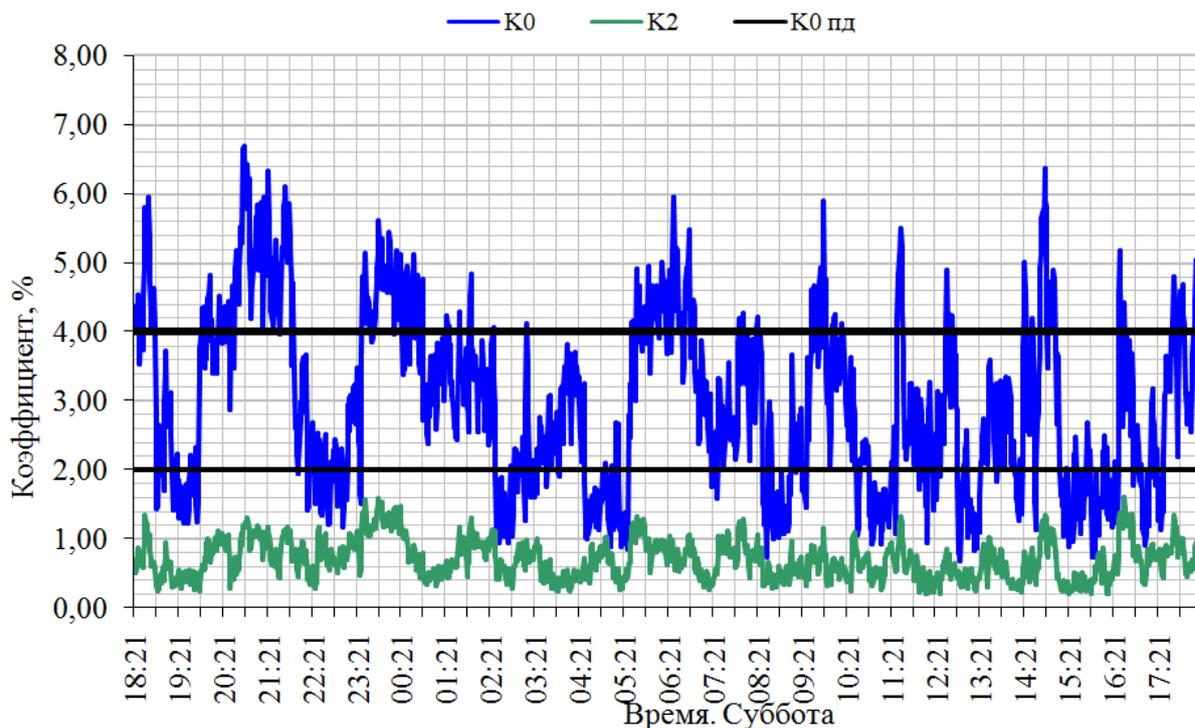


Рисунок 4 – Графики изменения коэффициента несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательности

Анализируя рис. 2-4 можно сделать следующие выводы.

Междуфазные и фазные напряжения в течение исследуемого интервала времени изменяются практически одинаково, минимальные нагрузки соответствуют ночному и дневному периоду (с 23.30 до 15.00). Рассматривая день недели можно сказать, что в пятницу наблюдается большая несимметрия напряжений, так как, вероятнее всего, в работе находится меньшее количество однофазных потребителей и основную нагрузку дает система отопления. Причем только две фазы А и В находятся в работе. Недостатком является то, что практически в 90 % времени проведения измерений напряжения превышают нормально допустимое значение на 5%. А снижение, как и превышение напряжения отрицательно влияет на технические характеристики электроприемников.

На присутствие несимметрии указывает и то, что разница в значениях между фазами А, В и фазой С составляет 12...20 В или 5...10 %. Фаза С не загружена током. Если рассмотреть график изменения напряжений в субботу, то мы видим, что отличие напряжения в фазах снижается и происходит его выравнивание. Так же снижается отклонение напряжения. Это объясняется тем, что в выходной день возросло количество использования однофазных потребителей и несимметрия токов снижается.

Сделанные ранее выводы подтверждаются и при рассмотрении графиков изменения обратной и нулевой последовательности напряжений. Именно они указывают на токовую несимметрию фаз. В пятницу и субботу коэффициент обратной последовательности напряжения не выходит за нормальное значение 2 %, а вот изменение коэффициента нулевой

последовательности в зависимости от дня недели отличается. Наибольшее его значение наблюдается в пятницу и составляет 7,2 %, что почти в два раза превышает значение установленное ГОСТом. Коэффициент выходит за пределы 4 % в 50 % всего времени. Выравнивание нагрузки наблюдается в субботу, коэффициент K_0 снижается до 6,3 и выходит за пределы 4 % в 20 % всего времени измерений. Можно сделать вывод: фаза С не загружена током нагрузки и необходимо проводить перераспределение токов, изменение схемы сети или установить устройство автоматического слежения за нагрузками фаз.

Так же учитывая значения напряжений как фазных, так и междуфазных рекомендуется снизить напряжение на шинах трансформаторной подстанции. Но это требует проведения дополнительного обследования сети 0,38 кВ так как необходимо учесть значения напряжения наиболее удаленных потребителей (исследуемый частный дом находится в середине распределительной сети).

Другие показатели качества, установленные ГОСТ, не выходят за нормированные значения. Так, например, отклонение частоты не превышает $\pm 0,03$ Гц, при установленном 0,2 Гц, а коэффициент искажения несинусоидальности не более 3 % при нормально допустимом 8 % (рис. 5).

Хотя на графике видно, что коэффициентов искажения синусоидальности фазных напряжений почти в два раза ниже в ночное время суток. Это объясняется использованием днем и вечером потребителей с нелинейной вольтамперной характеристикой (компьютер, люминесцентные лампы).

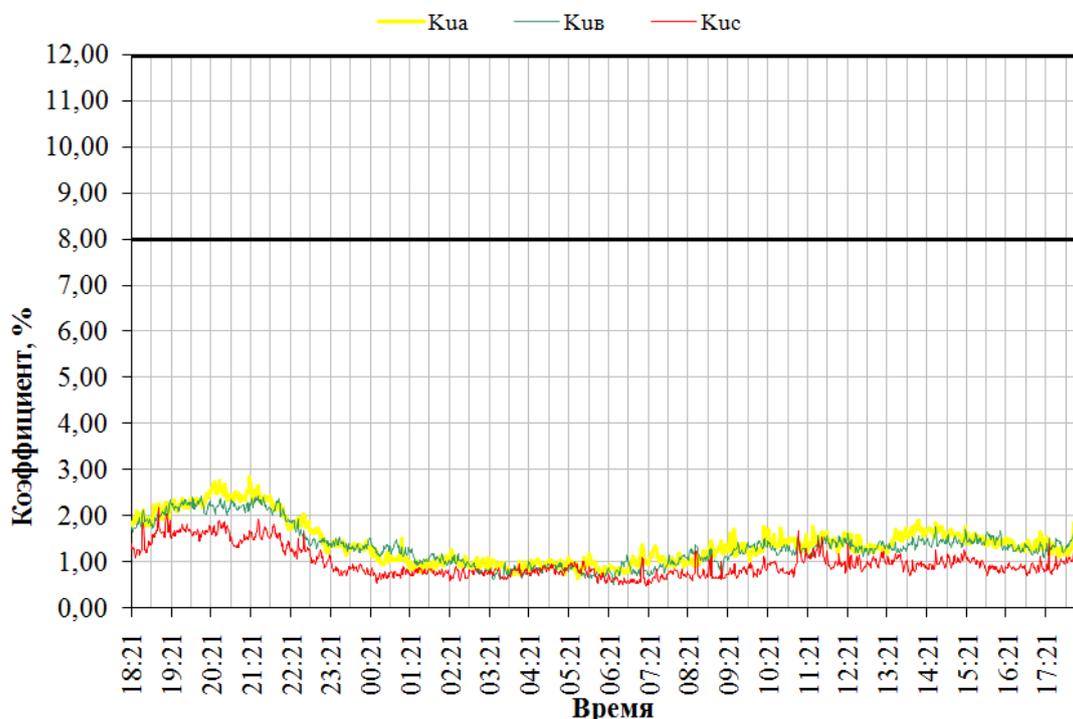


Рисунок 5 – Графики коэффициентов искажения синусоидальности фазных напряжений

Рассматривая вопрос несимметрии токов и напряжений необходимо анализировать токи фаз, но использовать комплект измерительных токовых клещей не удалось по причине отсутствия разделенных фазных проводов (электропроводка выполнена в трубе.)

Выводы. 1. Качество электрической энергии оказывает существенное влияние на работу многих потребителей, что обосновывает актуальность оценки их величины. Нормативным документом, регламентирующим значение показателей, является ГОСТ 32144-2013.

2. При рассмотрении сельских распределительных сетей 0,38 кВ необходимо учитывать особенности их работы. Это значительная протяженность линий, обеспечение надежности электроснабжения, наличие большого количества однофазных потребителей и их случайного характера включения.

3. Анализ качества электрической энергии в распределительной сети 0,38 кВ поселка Молодежный показал, что показатели соответствуют требованиям ГОСТа, однако в отношении отклонения напряжения и несимметрии напряжений необходимо применение способов и средств нормализующих их.

Список литературы

1. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. / ГОСТ 32144-2013, Стандартиформ, - М.: 2014. – 20 с.

2. Сукьясов С.В. Качество электрической энергии в городской сети с коммунально-бытовой нагрузкой / С.В. Сукьясов, А. Г. Седова, Е. А. Хуснудинова // Актуальные проблемы энергетики АПК. 2015. №6. С. 284-288.

3. Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения / РД 153-34.0-15.501-00, ООО «Научный центр ЛИНВИТ», -М.: 2000. – 34 с.

4. Сукьясов С. В. Анализ показателей качества электрической энергии в сети 0,4 кВ с коммунально-бытовой нагрузкой / С.В.Сукьясов, И. В. Берген // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК. Материалы всероссийской научно-практической конференции, 2019, ТОМ II, Молодежный 2019. – Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ. - С. 3-10

References

1. E`lektricheskaya e`nergiya. Sovmestimost` texnicheskix sredstve lektromagnitnaya. Normy` kachestva e`lektricheskoy e`nergii v sistemax elektrosnabzheniya obshhego naznacheniya [Electric energy. Compatibility of technical means is electromagnetic. Standards for the quality of electrical energy in General-purpose power supply systems]. / GOST 32144-2013, Standartinform, - М.: 2014. – 20 P.

2. Suk`yasov S. V. Kachestvo e`lektricheskoy e`nergii v gorodskoj seti s kommunal`no-by`tovoj nagruzkoj [Quality of electric energy in the city network with a utility load] / S. V. Suk`yasov, A. G. Sedova, E. A. Xusnudinova // Aktual`ny`eproblemy` e`nergetiki APK. 2015. No 6. pp. 284-288.

3. Metodicheskie ukazaniya po kontrolyu i analizukachestva e`lektricheskoy e`nergii v sistemax e`lektrosnabzheniya obshhego naznacheniya [Guidelines for monitoring and analyzing the quality of electrical energy in General-purpose power supply systems] / RD 153-34.0-15.501-00, ООО «Nauchny`jcentr LINVIT», - М.: 2000. – 34 P.

4. Suk`yasov S. V. Analiz pokazatelej kachestva e`lektricheskoye`nergii v seti 0,4 kV s kommunal`no-by`tovojnagruzkoj [Analysis of quality indicators of electric energy in the 0.4 kV network with a utility load] / S. V. Suk`yasov, I. V. Bergen // Nauchny`eissledovaniyastudentov v resheniiaktual`ny`x problem APK. Materialy` vserossijskojnauchno-prakticheskoykonferencii, 2019, ТОМ II, Molodezhny`j 2019 pp. 3-10

Сведения об авторах

Молчанова Анастасия Александрина – студентка 3 курса, направления подготовки 13.03.02, энергетический факультет, Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89149063557, e-mail: molchanova-n25@mail.ru).

Сукьясов Сергей Владимирович – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой электрооборудования и физики, энергетический факультет, Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89027625506, e-mail: sukyasov@mail.ru).

Information about the authors

Anastasia Molchanova - 3rd year student, direction of training 13.03.02, faculty of energy, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky (664038, Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, tel. 89149063557, e-mail: molchanova-n25@mail.ru).

Sergey V. sukyasov - Ph. D., associate Professor, head of the Department of electrical equipment and physics, faculty of energy, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky (664038, Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, tel. 89027625506, e-mail: sukyasov@mail.ru).

УДК 62-932.4

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГАЗОВОЙ КАМЕРЫ
ИНКУБАТОРИЯ**

¹Пешков А.А., ¹Прудников А.Ю., ²Боннет Я.В., ³Боннет М.В.

¹Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

²Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана,
г. Москва, Россия

³Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Россия.

В настоящее время птицеводство является интенсивно развивающейся, экономически эффективной отраслью сельского хозяйства. Птицеводство - наиболее наукоемкая и динамичная отрасль мирового и отечественного агропромышленного комплекса. В мировой структуре производства мяса всех видов животных птица занимает второе место после свинины. В России объем производства мяса птицы лидирует среди других видов мясной продукции.

Для увеличения производства птицеводческой продукции и поддержания стабильного развития птицеводства недостаточно расширения производства, финансовых вложений и технического перевооружения отрасли. Необходима разработка и внедрение научно обоснованных технологических приемов повышения выхода инкубационных яиц, выводимости цыплят и жизнеспособности бройлеров в постэмбриональный период.

Ключевые слова: инкубация, яйцо, влажность, газация.

**INCREASING THE EFFICIENCY OF WORK OF THE GAS
CAMERA INCUBATORY**

¹Peshkov A.A., ¹Prudnikov A.Yu., ²Bonnet Y.V., ³Bonnet M.V.

¹Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhniy, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

²Moscow State Technical University named after N. E. Bauman, *Moscow, Russia*

³Irkutsk national research technical University, *Irkutsk, Russia*.

Currently, poultry is an intensively developing, cost-effective agricultural sector. Poultry farming is the most high-tech and dynamic sector of the global and domestic agribusiness. In the global structure of meat production of all types of animals, poultry is second only to pork. In Russia, poultry meat production is the leader among other types of meat products.

To increase the production of poultry products and maintain stable development of poultry farming, it is not enough to expand production, financial investments and technical re-equipment of the industry. The development and implementation of scientifically based technological methods for increasing the yield of hatching eggs, hatchability of broilers and the viability of broilers in the post-embryonic period is necessary.

Key words: incubation, egg, humidity, aeration.

Птицеводство является интенсивно развивающейся, экономически эффективной отраслью сельского хозяйства.

Птицеводство - наиболее наукоемкая и динамичная отрасль мирового и отечественного агропромышленного комплекса (АПК). В последние двадцать лет среднегодовой прирост яиц и мяса птицы превышает 4,0%. В мировой структуре производства мяса всех видов животных птица занимает второе место после свинины. В России объем производства мяса птицы лидирует среди других видов мясной продукции [6].

По заявлению Д. Пиблз (D. Peebles) из Университета штата Миссисипи, характеристики инкубационного яйца бройлера могут оказывать влияние на рост бройлера после вылупливания и доход от производства мяса. Поэтому инкубация — важное звено в технологическом процессе при производстве бройлерного мяса в интенсивном птицеводстве.

Для увеличения производства птицеводческой продукции и поддержания стабильного развития птицеводства недостаточно расширения производства, финансовых вложений и технического перевооружения отрасли. Необходима разработка и внедрение научно обоснованных технологических приемов повышения выхода инкубационных яиц, выводимости цыплят и жизнеспособности бройлеров в постэмбриональный период. На продолжительность инкубационного периода птиц оказывают влияние множество различных внутренних факторов: порода, живая масса, возраст, ритмичность яйцекладки, состояние здоровья, биологическая полноценность инкубационных яиц, развитие бластодиска в момент снесения яйца, масса яиц и многие другие [3,4].

Повышение качества инкубационных яиц одно из главных звеньев предупреждения экономического ущерба при воспроизведении птицы.

Средний выход инкубационных яиц за весь период эксплуатации птицы составляет 81-83%. Основные причины потерь яиц в ходе инкубации распределены следующим образом: хранение яиц — 25%, нарушение в кормлении родительского стада — 25%, возраст птицы, низкая оплодотворяемость и бактериальная загрязненность яиц, болезни, бой, насечка, неправильное положение яиц в лотках и др. — 37,5%, нарушение технологии инкубации - 7,5%, генетическая предрасположенность — 5%.

Инкубация в птицеводстве (от лат. Incubatio - высиживание яиц) - вывод молодняка и яиц птицы в инкубаторах. Инкубировать можно яйца всех видов домашней птицы во всех климатических зонах в любое время года, когда имеются биологически полноценные яйца. В хозяйствах с однократным комплектованием маточного стада инкубация позволяет получить ранний молодняк, который начинает нестись осенью или рано зимой того же года. В специализированных хозяйствах применяется круглогодичная инкубация, позволяющая комплектовать стадо многократно и обеспечивать равномерное в течение всего года производство яиц и мяса птицы [2, 6].

Важным условием улучшения предынкубационной обработки яйца является их дезинфекция [1, 7, 8]. Несмотря на относительно короткий срок предынкубационного хранения, опасность заражения яиц довольно велика, так как по сравнению с пищевыми они чаще находятся в условиях повышенной температуры, оптимальной для размножения микроорганизма.

Обычно микроорганизмы присутствуют только на скорлупе, и для обеззараживания достаточно поверхностная дезинфекция яиц, что и является обязательным звеном технологии инкубации.

Дезинфицирующие средства по действию делятся на физические (ультрафиолетовые лучи, высокая температура), химические (формальдегид, йод, озон, хлорамин, дезоксон, перси там и многие другие) и биологические (антибиотики). В зависимости от дезсредства дезинфекция может быть газовой, аэрозольной и влажной.

Из химических средств наиболее удобной и распространенной является газовая дезинфекция яиц формальдегидом (парами формалина) [9, 10].

На Ангарской птицефабрике первичная дезинфекция инкубационных яиц проводится химическим методом, газификации в газовой камере формалином при определенной температуре 26 - 28 °С и влажности в среднем 60%.

Обработка парами формалина из расчета - 20 г перманганата калия, 30 мл, 37% формалина, 20 мл воды на 1 м³ дезинфицируемой камеры. После дезинфекции остатки паров формальдегида нейтрализуют 10-и % водным раствором нашатырного спирта. В газовой камере стоит электрокалорифер. Формалин подогревается на электроплитке, потоками теплого воздуха от электрокалорифера формалин перемещается по камере, происходит дезинфекция яйца. Объем газовой камеры 53 куб. метра. Размер: 4.20×5.57×2.30; Система герметизация (двери плотно закрываются) и

вытяжка (1500 об.) имеются в наличии. Срок дезинфекции составляет 30 мин.

Предлагаемая технология повышения влажности в газовой камере (рис.): короб из пищевого алюминия с размерами: высота 1 м, длина 1,5 м, ширина 0,5 м., две ТЭНы на 220 в сухие закрытого типа, электродвигатель 0,4 кв., 1500 оборотов, электронный датчик температуры и влаги, терморегулятор, ТЭН, поплавковая система под воду.

Газовый эффект установки. Влажную дезинфекцию применяют реже, в основном при повышенной опасности инфекции и сильно загрязненности скорлупы яиц. При очень грязной скорлупе методы сухой дезинфекции не дают должного эффекта, поскольку часть микроорганизмов под слоем приставшей грязи выживает, в этом случае необходима дезинфекционная мойка яиц.

Установка будет служить для влажной газации с парами формалина. В газовой камере стоит электрокалорифер. Формалин подогревается на электроплитке, потоками теплого воздуха от электрокалорифера до температуры 26-28⁰С, формалин перемещается по камере, в ванне ТЭН нагревает воду, до определенной температуры от 50 до 80 ⁰С (испарение будет тогда, когда температура воды превысит температуру воздуха, испарение воды происходит практически при любой температуре, в том числе испарение кристаллов льда и снега).

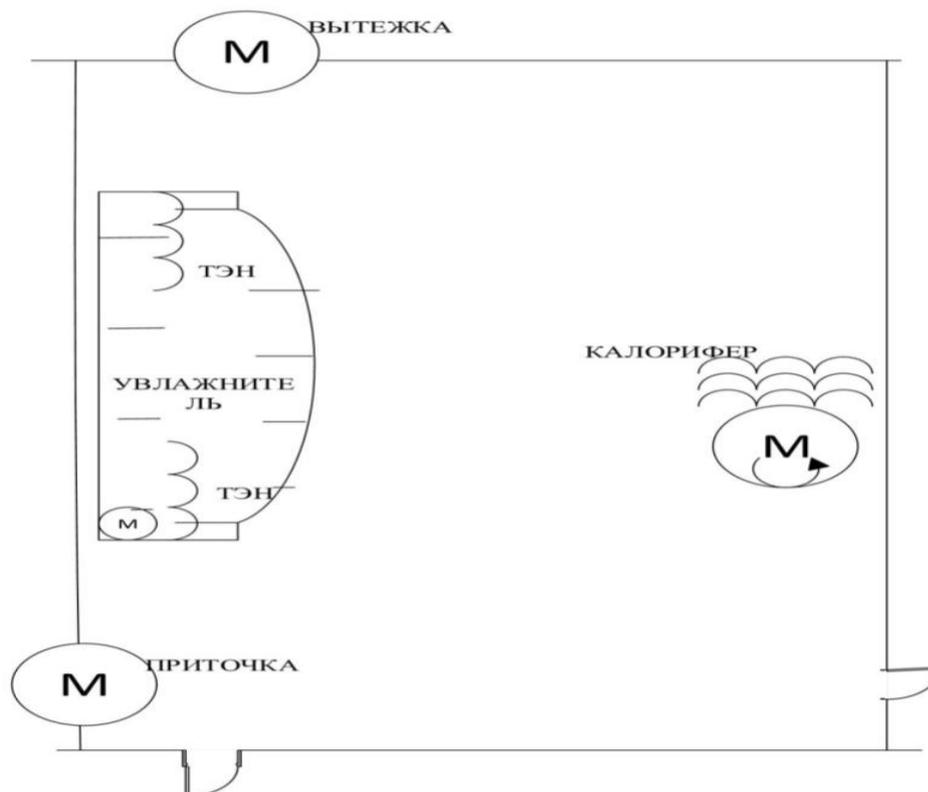


Рисунок 1 – Технология повышения влажности в газовой камере

Электродвигатель (вентилятор), сдувает испарение воды, датчик влаги настроен на определенную влажность от 80 до 90%. Получается влажная газация яйца, с парами формалина. Как было написано выше, у яйца есть

защитная оболочка скорлупы (кутикула). Кутикула стирается при транспортировке, укладке яйца в ячейки, надписи на скорлупе карандашом.

Попадание бактерий вредят зародышу, и процент вывода снижается. Влажная газация с парами формалина смешивается, ложится на яйцо, проникая в поры. При этом образуется дополнительная пленка на яйце или первичная, Такая газация увеличит сохранность зародыша, а, значит, процент вывода увеличится от 0,1 до 0,3.

Список литературы

1. Бессарабов Б. Применение аэрозолей препаратов для дезинфекции инкубационных яиц / Б. Бессарабов, В. Полянинов // Птицефабрика. – 2006.– № 7. – С. 34–36.
2. Дядичкина Л. Инкубация – главное звено в цепи воспроизводства птицы / Л. Дядичкина // Птицеводство. – 2010. – № 1. – С. 21–23.
3. Дядичкина Л. Оптимальные температура и влажность в инкубаторе /Л. Дядичкина, О. Главатских, Н. Позднякова // Птицеводство. – 2003. – № 2. – С. 4.
4. Кучерова Ф. Н. Охлаждение яиц кур (в период инкубации) на разных этапах эмбриогенеза как средство стимуляции роста и развития молодняка /Ф.Н. Кучерова // 2-я межвузовская научн.-отчетная конф. – Л., 1963 – С. 85.
5. Толстомятов М. В. Совершенствование технологических процессов производства инкубационных яиц и приемов инкубации / М. В. Толстомятов. – Волгоград, 1994. – 96 с.
6. Фисинин В. И. Стратегические тенденции развития мирового и отечественного птицеводства / В. И. Фисинин // Птица и птицепродукты. – 2004. – №2. – С. 7–10.
7. Шарейко А. В. Влияние режима инкубации на вывод и продуктивность бройлеров / А. В. Шарейко // Птицеводство. – 1994. – № 3. – С. 20–21.
8. Щедров И. Антисептическая обработка инкубационных яиц / И. Щедров, В. Николаенко // Птицеводство. – 2005. – №5. – С. 48–49.
9. Щербатов В. И. Дифференцированный режим инкубации куриных яиц / В. И. Щербатов, С. Б. Едыгова, Э. Н. Цесарская // Ветеринария Кубани. – 2012. – № 1. – С. 13–15.
10. Щербатов В. И. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы : монография / В. И. Щербатов, Л. И. Смирнова, О. В. Щербатов. – Краснодар: КубГАУ, 2015. –184 с

References

1. Bessarabov B. Primenenie aerozolej preparatov dlya dezinfekcii inkubacionnyh yaic [Application of aerosols preparations for disinfection of hatching eggs] / B. Bessarabov, V. Polyaninov // Pticefabrika. – 2006.– no 7. – pp. 34–36.
2. Dyadichkina L. Inkubaciya – glavnoe zveno v cepi vosproizvodstva pticy [Incubation is the main link in the chain of poultry reproduction] / L. Dyadichkina // Pticevodstvo. – 2010. – no 1. – pp. 21–23.
3. Dyadichkina L. Optimal'nye temperatura i vlazhnost' v inkubatore [Optimal temperature and humidity in the incubator] / L. Dyadichkina, O. Glavatskih, N. Pozdnyakova // Pticevodstvo. – 2003. – no 2. – P. 4.
4. Kucherova F. N. Ohlazhdenie yaic kur (v period inkubacii) na raznyh etapah embriogeneza kak sredstvo stimulyacii rosta i razvitiya molodnyaka [Cooling of chicken eggs (during incubation) at different stages of embryogenesis as a means of stimulating the growth and development of young animals] // 2-ya mezhvuzovskaya nauchn.-otchetnaya konf. – L., 1963 – p. 85.

5. Tolstopyatov M. V. Sovershenstvovanie tekhnologicheskikh processov proizvodstva inkubacionnyh yaic i priemov inkubacii [Improvement of technological processes for the production of incubation eggs and incubation techniques] / M. V. Tolstopyatov. – Volgograd, 1994. – 96 s.
6. Fisinin V. I. Strategicheskie tendencii razvitiya mirovogo i otechestvennogo pticevodstva [Strategic trends in the development of global and domestic poultry farming] / V. I. Fisinin // Ptica i pticeprodukty. – 2004. – no 2. – pp. 7–10.
7. SHarejko A. V. Vliyanie rezhima inkubacii na vyvod i produktivnost' brojlerov [Influence of the incubation mode on broiler output and productivity] / A. V. SHarejko // Pticevodstvo. – 1994. – no 3. – pp. 20–21.
8. SHCHedrov I. Antisepticheskaya obrabotka inkubacionnyh yaic [Antiseptic treatment of hatching eggs] / SHCHedrov I., Nikolaenko V. // Pticevodstvo. – 2005. – №5. – S. 48–49.
9. SHCHerbatov V. I. Differencirovannyj rezhim inkubacii kurinyh yaic [Differentiated mode of incubation of chicken eggs] / V. I. SHCHerbatov, S. B. Edyгова, E. N. Cesarskaya// Veterinariya Kubani. – 2012. – no 1. – pp. 13–15.
10. SHCHerbatov V. I. Inkubaciya yaic sel'skohozyajstvennoj pticy : monografiya [Incubation of poultry eggs] / V. I. SHCHerbatov, L. I. Smirnova, O. V. SHCHerbatov. – Krasnodar: KubGAU, 2015. –184 P

Сведения об авторах

Пешков Алексей Анатольевич – магистрант 2 года обучения энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 8924603697, e-mail: gorikiym@mail.ru).

Прудников Артем Юрьевич – старший преподаватель кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89247101077, e-mail: a.prudnicov@mail.ru).

Боннет Яков Вячеславович– студент факультета радиоэлектроники и лазерной техники. Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана (105005 Москва, 2-я Бауманская ул., 5) тел. 89773976519, e-mail: yahabonn1999@yandex.ru).

Боннет Михаил Вячеславович– студент, института высоких технологий. Иркутского национально исследовательского технического университета (664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83 тел. 89500621904, e-mail: bvvirk@mail.ru).

Information about the authors

Peshkov Alexey Anatolievich - undergraduate 2 years of study at the Faculty of Energy, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 8924603697, e-mail: gorikiym@mail.ru).

Prudnikov Artem Yuryevich - senior lecturer, Department of electrical equipment and physics, faculty of energy, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 89247101077, e-mail: a.prudnicov@mail.ru).

Bonnet Yakov Vyacheslavovich - student of the faculty of Radioelectronics and laser technology. Moscow state technical University. N. E. Baumana (105005 Moscow, 2nd Baumanskaya str. , 5) tel. 89773976519, e-mail: yahabonn1999@yandex.ru).

Bonnet Mikhail Vyacheslavovich - student, Institute of high technologies. Irkutsk national research technical University (664074, Russia, Irkutsk, Lermontov str. , 83 tel. 89500621904, e-mail: bvvirk@mail.ru).

УДК 620.91

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ УСТАНОВКИ ГИБРИДНОЙ
СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ
СИБИРИ**

Родионова Е.Р., Боннет В.В.

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

В настоящее время каждый человек потребляет все больше и больше электроэнергии. Вместе с тем увеличиваются цены на электроэнергию. В некоторых районах России электроэнергия стоит достаточно дорого ввиду недостатка ресурсов для ее выработки. В России очень мал процент использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), всё еще развиваются и создаются традиционные электростанции. В связи с этим вопрос использования альтернативных источников энергии является актуальным. Гибридная солнечная электростанция – одна из самых эффективных разработок сферы альтернативной энергетики. Она может работать и как основной источник питания, и как резервный. Нами рассматривается вопрос целесообразности использования установки гибридной солнечной электростанции на примере частного дома.

Ключевые слова: электроэнергия, солнечная электростанция, стоимость, окупаемость.

**DETERMINING THE FEASIBILITY OF INSTALLING A HYBRID
SOLAR POWER PLANT IN EASTERN SIBERIA**

Rodionova E.R., Bonnet V.V.

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

Currently, every single person consumes more and more electricity. At the same time, electricity prices are increasing. In some regions of Russia, electricity is quite expensive due to the lack of resources for its generation. In Russia, the percentage of renewable energy use is very small; traditional power plants are still developing and growing. In this regard, the issue of using alternative energy sources is relevant. Hybrid solar power plant is one of the most effective developments in the field of alternative energy. It can work both as the main power source and as a backup. We are considering the feasibility of using a hybrid solar power plant as an example of a private house.

Key words: electric power, solar power station, cost, payback.

В настоящее время каждый отдельный человек потребляет все больше и больше электроэнергии. Вместе с тем увеличиваются цены на электроэнергию. В некоторых Районах России электроэнергия стоит достаточно дорого ввиду недостатка ресурсов для ее выработки [1, 2].

С каждым годом всё больше загрязняется окружающая среда, что негативно влияет на здоровье населения и продолжительность жизни людей. Правительства многих стран уже внедрили в разной степени новые технологии получения электричества при помощи возобновляемых источников энергии. В России очень мал процент использования ВИЭ, всё еще развиваются и растут традиционные электростанции.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

Гибридная солнечная электростанция, как описывают производители, – одна из самых эффективных разработок сферы альтернативной энергетики. Она может работать и как основной источник питания, и как резервный. Электростанция состоит из нескольких элементов: контроллера заряда, солнечных панелей, инверторов и аккумуляторов [3,10].

Нами рассматривается вопрос целесообразности использования установки гибридной солнечной электростанции на примере частного дома.

Стоимость гибридной солнечной электростанции определить достаточно просто: сложением стоимости всех ее элементов, примерных затрат на провода [7, 9]. Стоит учитывать тот факт, что стоимость контроллеров, инверторов, аккумуляторов, солнечных панелей была взята с сайтов различных интернет магазинов, специализирующихся на данном оборудовании. Цены взяты на 4 квартал 2019 года и со временем могут измениться. Результаты расчета представлены в таблице 1.

Далее посчитаем затраты на электроэнергию в случае установки гибридной солнечной электростанции и без установки.

Определим количество электроэнергии, уходящей за год, с учетом того, что в теплое или холодное время года некоторые приборы не работают (например, обогреватели или газонокосилки). Для начала количество потребления в сутки умножаем на число дней в году (365) и от этой суммы отнимаем произведение количества потребляемой электроэнергии не используемых в теплое время приборов на количество нерабочих дней (215). Количество нерабочих дней для газонокосилок, сенокосилок – 241. Эта величина показывает потребление объекта до установки солнечной электростанции. Разница между годовым потреблением объекта и годовой выработкой электроэнергии солнечными батареями показывает потребление объекта после установки солнечной электростанции. Сведем годовое потребление рассматриваемых объектов в таблицу 2.

Таблица 1 – Стоимость солнечной электростанции

Элемент системы	Стоимость
Солнечные панели	$20000 \cdot 9 = 180\,000$
Аккумуляторы	$35000 \cdot 12 = 420\,000$
Инвертор	293 000
Контроллер заряда	52 000
Провода	10 000
Итого	956 000

Тариф на электроэнергию в Иркутской области по сравнению с регионами минимальный. Определим среднее увеличение стоимости электроэнергии в год. На сайте компании, являющейся поставщиком электроэнергии в Иркутской области, ООО «Иркутская Энергосбытовая

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

компания» представлены данные о стоимости электроэнергии с 2007 года (табл. 3)

Таблица 2 – Количество электроэнергии

	частный дом
Годовое потребление до установки ВИЭ, $W_{до}$, кВт·ч	$18841,7745 - 6772,5 - 168,7 = 11900,57$
Годовое потребление после установки ВИЭ, $W_{после}$, кВт·ч	$11900,57 - 3434,285 = 8466,29$

Проведем анализ роста стоимости электроэнергии и определим средний процент повышения тарифа.

Из представленной таблицы видно, что стоимость повышалась за период с 2007 года по настоящее время от 2,44 до 24,44 процентов. Разброс достаточно большой. Для расчета примем среднее повышение тарифов на 12%.

С помощью MicrosoftExcel определен срок окупаемости солнечной установки. Результаты сведены в графики (рисунок), где видно прогнозируемое увеличение платы за электроэнергию и окупаемость вложений. Количество энергии, потребленной за год, в расчетах не изменяется.

Таблица 3 – Тенденции повышения стоимости электроэнергии в Иркутской области для городского и сельского населения (одноставочный тариф)

Год	Стоимость электроэнергии, руб./кВт·ч		Повышение тарифа, %	
	Городское население	Сельское население	Городское население	Сельское население
2007	0,4	0,28	–	–
2008	0,45	0,315	12,5	12,5
2009	0,56	0,392	24,44	24,44
2010	0,62	0,434	11,07	11,07
2011	0,68	0,476	10,71	10,71
2012	0,72	0,504	10,59	10,59
2013	0,82	0,574	5,88	5,88
2014	0,84	0,588	2,44	2,44
2015	0,92	0,644	9,5	9,5
2016	0,97	0,679	5,43	5,43
2017	1,01	0,707	4,12	4,12
2018	1,06	0,742	4,95	4,95

Срок окупаемости установки гибридной солнечной электростанции в частном доме составляет около 30 лет. При сроке службы солнечных батарей и аккумуляторов (как самого дорогого элемента системы) в 25 лет как

максимум, данный срок окупаемости слишком велик [5, 6].

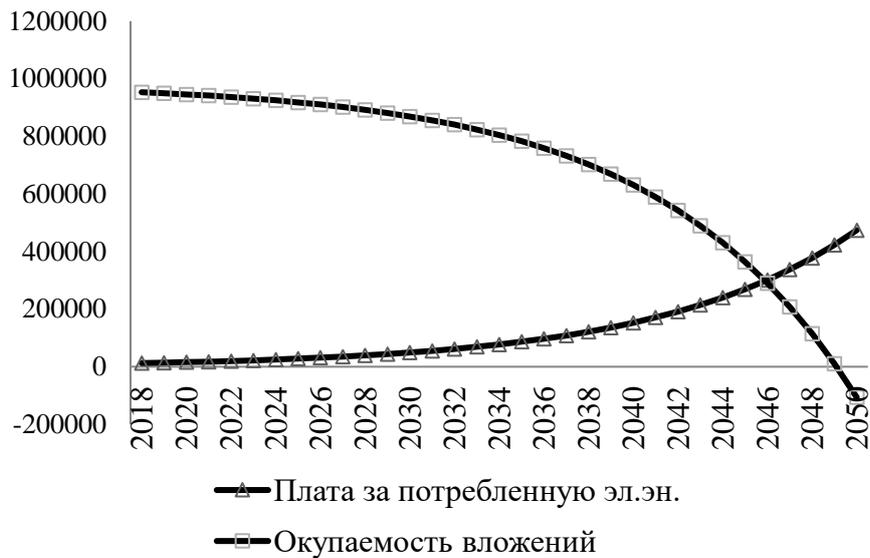


Рисунок 1 – График срока окупаемости установки гибридной солнечной электростанции

В мире наблюдается тенденция повышения себестоимости производства энергии на электростанциях на органическом топливе и АЭС, все чаще затрагивается вопрос экологии, сохранения и очищения окружающей среды. Из-за дефицита электроэнергии, вырабатываемой традиционными электростанциями, и роста потребления значительно увеличивается стоимость одного кВт·ч. Такая ситуация в данный момент наблюдается в Европе. Государства ЕС осуществляют поддержку частным лицам, решившим перейти на автономное электроснабжение своих домов и установку электростанций, работающих на возобновляемых источниках энергии. Сама установка такой электростанции обходится гражданам ЕС не так дорого, как гражданам России и окупается за короткий срок.

В России, а именно в Иркутской области, наблюдается избыток мощности, электроэнергии вырабатывается достаточно много, и стоит она по сравнению с другими регионами, недорого. Как видно из приведенных выше данных, срок окупаемости установки на объекте наибольшей мощности (благоустроенный коттедж) меньше, чем на объектах с меньшей мощностью. Если бы стоимость электроэнергии была больше в четыре раза, то срок окупаемости составлял бы 20 лет. Также срок окупаемости снижается при повышении мощности [2, 4, 8].

Данные расчеты показывают, что установка гибридной солнечной электростанции не выгодна для городского или сельского потребителя электроэнергии с небольшой мощностью. Срок окупаемости будет гораздо ниже и установка данного вида электростанции будет выгодна на промышленном предприятии (которое платит за кВт·ч большую сумму, чем городское население), применяющим большую мощность.

Список литературы

1. Aerogreen: перспективы развития ветро-солнечной энергетики /В.В. Федчишин, А.С. Данилова, И.И. Разнобарский, К.В. Забелина //В сб. Техничко-экономические проблемы развития регионов: материалы научно-практической конференции с международным участием. – Иркутск: Иркутский национальный исследовательский ун-т, 2015. – С. 77-85.
2. Андрееенко, Т. И. Атлас ресурсов возобновляемой энергии на территории России / Т. И. Андрееенко, Т. С. Габдерахманова, О. В. Данилова, Г. В. Ермоленко, Б. В. Ермоленко, Ю. Н. Женихов, М. А. Колобаев, Ю. Г. Коломиец, Н. В. Лисицкая, Е. А. Медведева, Л. В. Неведова, О. С. Попель, Ю. Ю. Рафикова, И. В. Урванцев, Ю. А. Фетисова, В. Е. Цыба, В. П. Шакун и др. // Издательский центр РХТУ им. Д. И. Менделеева. — 2015. — 160 с.
3. Бастрон А.В. Энергосбережение: учебное пособие /А.В. Бастрон, Т.Н. Бастрон, А.В. Заплетина, Я.А. Кунгс; Краснояр. гос.аграр. ун-т. - Красноярск, 2012. - 180 с.
4. Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии: пер. с англ. / Дж.Твайделл, А. Уэйр. - М.: Энергоатомиздат, 1990. — 392 с.
5. Габдерахманова, Т. С. Исследование производительности автономной фотоэлектрической установки в условиях Москвы / Т. С. Габдерахманова, А. Б. Тарасенко, В. П. Шакун // Современные проблемы геофизики и экологии (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды): Материалы Международной школы молодых ученых. – Майкоп: Изд-во «ИП Кучеренко В.О.» – 2016. – С. 164-170.
6. Григораиш О.В. Автономные системы электроснабжения на возобновляемых источниках энергии / О.В. Григораиш, П.Г. Корзенков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 93. – С. 646-658.
7. Коломиец, Ю. Г. Влияние уровня инсоляции на качество электрической энергии и КПД преобразования для сетевых фотоэлектрических станций / Ю. Г. Коломиец, Я. А. Меньшиков, А. Б. Тарасенко // Гелиотехника. — 2018. —№ 3. — С. 9-14.
8. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / П.П. Безруких, А.Д. Арбузов, Г.А. Борисов, В.И. Виссарионов, В.М. Евдокимов, Н.К. Калинин, Н.В. Огородов, В.Н. Пузаков, Г.И. Сидоренко, А.А. Шпак. — СПб.: Наука, 2004 — 314 с.
9. Чемяков В.В. Основные положения концепции автономного жилого дома /В.В.Чемяков // Альтернативная энергетика и экология. — 2011. — № 7. — С. 122-128.
10. Jukka V. Paatero and Peter D. Lund. A model for generating household electricity load profiles. International Journal of Energy Research, volume 30, number 5, pages 273290. c 2005 John Wiley & Sons.

References

1. Jukka V. Paatero and Peter D. Lund. 2006. A model for generating household electricity load profiles. International Journal of Energy Research, volume 30, number 5, pages 273290. c 2005 John Wiley & Sons.
2. Aerogreen: perspektivyrazvitiyavetro-solnechnojenergetiki/V.V. Fedchishin, A.S. Danilova, I.I. Raznobarskij, K.V. Zabelina//V sb. Tekhniko-ekonomicheskieproblemyrazvitiyaregionov: materialynauchno-prakticheskoi konferencii s mezhdunarodnymuchastiem. – Irkutsk: Irkutskijnacional'nyjissledovatel'skij un-t, 2015. – pp. 77-85.
3. Andreenko, T. I. Atlas resursovvozobnovlyaemojenergiinaterritoriiRossii / Т. I. Andreenko, Т. S. Gabderahmanova, О. V. Danilova, G. V. Ermolenko, B. V. Ermolenko, YU. N. ZHenihov, M. A. Kolobaev, YU. G. Kolomiec, N. V. Lisickaya, E. A. Medvedeva, L. V. Nefedova, O. S. Popel', YU. YU.Rafikova, I. V. Urvancev, YU. A. Fetisova, V. E. Cyba, V. P. SHakun i dr. // Izdatel'skijcentr RHTU im. D. I. Mendeleeva. — 2015. — 160 P.
4. Bastron A.V. Energoberezhenie: uchebnoeposobie [Tekst]/A.V. Bastron, T.N. Bastron, A.V. Zapletina, YA.A. Kungs; Krasnoyarsk.gos.agrar. un-t. - Krasnoyarsk, 2012. - 180 P.

5. TsvajdellDzh., Uejr A. Vozobnovlyaemyeistochnikienergii: per. s angl. M.: Energoatomizdat, 1990. — 392 P.

6. Gabderahmanova, T. S. Issledovanieproizvoditel'nostiautonomnojfotoelektricheskojustanovki v usloviyahMoskvy / T. S. Gabderahmanova, A. B. Tarasenko, V. P. SHakun // Sovremennyyeproblemygeofiziki i ekologii (Fizicheskieosnovy, metody i tekhnologiiitoringoaokruzhayushchejsredy): MaterialyMezhdunarodnojshkolymolodyhuchenyh. – Majkop: Izd-vo «IP Kucherenko V.O.» – 2016. – pp. 164-70.

7. Grigorash O.V., Korzenkov P.G. Avtonomnyesistemyelektrosnabzheniyanavozobnovlyaemyhistochnikahenergii// PolitematicheskijsetevojelektronnyjnauchnyjzhurnalKubanskogogosudarstvennogoagrarnogouniversiteta. – 2013. – no 93. – pp. 646-658.

8. Kolomic, YU. G. Vliyanieurovnyainsolyaciinakachestvoelektricheskojenergii i KPD preobrazovaniyadlyasetevyhfotoelektricheskikhstancij / YU. G. Kolomic, YA. A. Men'shikov, A. B. Tarasenko // Geliotekhnika. — 2018. — no 3. — pp. 9-14.

9. Resursy i effektivnost' ispol'zovaniyavozobnovlyaemyhistochnikovenergii v Rossii / P.P. Bezrukih, A.D. Arbuzov, G.A. Borisov, V.I. Vissarionov, V.M. Evdokimov, N.K. Malinin, N.V. Ogorodov, V.N. Puzakov, G.I. Sidorenko, A.A. SHpak. — SPb.: Nauka, 2004 — 314 P.

10. SHebekov V.V. Osnovnyepolozheniyakonceptiiavtonomnogozhilogodoma // Al'ternativnayaenergetika i ekologiya. — 2011. — no 7. — pp. 122-128.

Сведения об авторах

Родионова Екатерина Рудольфовна – магистрант 2 года обучения энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 8924603697, e-mail: slogin1987@gmail.com).

Боннет Вячеслав Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89041224153, e-mail: bonnet74@mail.ru).

Information about the authors

Rodionova Ekaterina Rudol'fovna- undergraduate 2 years of study at the Faculty of Energy, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 8924603697, e-mail: slogin1987@gmail.com).

Bonnet Vyacheslav Vladimirovich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electrical Equipment and Physics of the Faculty of Energy Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 89041224153, e-mail: bonnet74@mail.ru).

УДК 631.172:621.311

ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В СЕТИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Рудых А.В., Луговнин И.С.

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

Оптическое излучение играет важную роль не только для жизни человека, но и для сельскохозяйственного производства в целом. Источники искусственного оптического излучения (тепловые, разрядные, полупроводниковые) используют целей для освещения и

облучения. Независимо от способа преобразования электрической энергии в оптическое излучение, характеристики всех искусственных источников излучения зависят под качества электрической энергии. Основным показателем качества электрической энергии влияющих на характеристики источников излучения является отклонение напряжения. Увеличение питающего напряжения в значительной мере сокращает срок службы источников оптического излучения. Уменьшение питающего напряжения снижает световой поток, тем самым не обеспечивается нормированная освещенность помещений.

Ключевые слова: напряжение, мощность, световой поток, оптическое излучение.

INFLUENCE OF VOLTAGE DEFLECTIONS IN THE NETWORK ON THE CHARACTERISTICS OF OPTICAL RADIATION SOURCES

Rudykh A.V., Lugovnin I.S.

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

Optical radiation plays an important role not only for human life, but also for agricultural production as a whole. Sources of artificial optical radiation (thermal, discharge, semiconductor) use targets for lighting and irradiation. Regardless of the method of converting electrical energy into optical radiation, the characteristics of all artificial radiation sources depend on the quality of electrical energy. The main indicator of the quality of electrical energy affecting the characteristics of radiation sources is voltage deviation. An increase in supply voltage significantly reduces the life of optical radiation sources. Reducing the supply voltage reduces the luminous flux, thereby normalized illumination of the premises is not provided.

Keywords: voltage, power, light flux, optical radiation.

Качество электрической энергии при питании электроприемников от трехфазных электрических сетей общего назначения, то есть для основного варианта сельского электроснабжения, определяют стабильностью и уровнями тока и напряжения у потребителей. Изменение напряжения, особенно сверх допустимого значения, оказывает значительное влияние на работу потребителей. Весьма чувствительны к этому осветительные приборы [8, 9].

В соответствии с ГОСТ предусматривают следующие нормы для отклонений напряжения у потребителей (под отклонением напряжения понимают разность между действительным значением напряжения в рассматриваемой точке сети и его номинальным значением). На зажимах электроприемников в течении не менее 95% времени суток допускают нормальные отклонения напряжения в пределах $\pm 5\%$ номинального, для осветительных сетей $\pm 2,5\%$, максимальное значение $\pm 5\%$. Они распространены на все потребители, и в частности на потребители, питающиеся от сельских электрических сетей [3, 9].

Отклонение напряжения определяется разностью между действительным и номинальным значениями напряжения:

$$\delta U = U - U_n, \quad (1)$$

где δU – отклонение напряжения, В;

U – действительное напряжение в сети, В;

U_n – номинальное напряжение в сети.

В процентном отношении формула имеет вид:

$$\delta U = \frac{U - U_n}{U_n} \cdot 100\%. \quad (2)$$

В современном мире трудно себе представить жизнь как без оптического излучения, как естественного, так и искусственного. В сельском хозяйстве, применение искусственных источников оптического излучения позволяет повысить производительность труда на 5...10%, а продуктивность сельскохозяйственных животных и птицы на 8...15% [2,4].

В настоящее время отечественными и зарубежными производителями выпускается большое многообразие источников оптического излучения. Все они подразделяются на тепловые (лампы накаливания), разрядные (разрядные лампы низкого, высокого и сверх высокого давления) и полупроводниковые (светодиодные лампы). В зависимости от длины волны излучения, источники могут быть общего назначения, предназначенные для осветительных целей и специального назначения, предназначенные для инфракрасного и ультрафиолетового облучения.

В сельскохозяйственном производстве тепловые источники излучения в основном применяют для инфракрасного облучения животных и птицы (локального обогрева). Преобразование электрической энергии в оптическое излучение у таких источников происходит за счет нагрева тела накала при прохождении по нему электрической энергии. Светотехнические характеристики тепловых источников излучения напрямую связаны с температурой тела накала, которая зависит от величины подводимого напряжения. Тела накала таких ламп изготавливают из вольфрама, который является одним из тугоплавких металлов. Однако, подача напряжения на тела накала выше номинального значительно увеличивает интенсивность распыления вольфрама, что в свою очередь приводит к уменьшению сечения вольфрамовой спирали, что резко сокращает срок её службы. Испарившейся вольфрам оседает на внутренней поверхности стеклянной колбы лампы, что приводит к снижению прозрачности [2, 4].

Обладая высоким энергетическим КПД (до 90%), тепловые источники излучения имеют небольшой световой КПД, не превышающий 8%. Это говорит о том, что большая часть электроэнергии потребляемой ими преобразуется в тепловую энергию [1, 2].

Основными характеристиками тепловых источников излучения являются: потребляемая мощность (P , Вт), световой поток (F , лм), световая отдача (H , лм/Вт), срок службы (τ , ч). Главным показателем качества электрической энергии, влияющим на эти характеристики, является отклонение напряжения от номинального значения.

При отклонении напряжения в пределах $\pm 5\%$ подаваемого на тепловые источники излучения, зависимости их характеристик приближенно можно выразить следующими выражениями [5, 6]:

$$P = P_H \left(\frac{U}{U_H} \right)^{1,53} ; \quad (3)$$

$$F = F_H \left(\frac{U}{U_H} \right)^{3,67} ; \quad (4)$$

$$H = H_H \left(\frac{U}{U_H} \right)^{2,14} ; \quad (5)$$

$$\tau = \tau_H \left(\frac{U}{U_H} \right)^{-14,8} ; \quad (6)$$

где P_H - номинальная мощность лампы, Вт;
 U - напряжение подаваемое на лампу, В;
 U_H - номинальное напряжение лампы, В;
 F_H - номинальный световой поток лампы, лм;
 H_H - номинальная световая отдача лампы, лм/Вт;
 τ_H - номинальный срок службы лампы, ч.

С учетом выражения (1), выражения (3)-(6) можно записать:

$$P = P_H \left(\frac{U}{U_H} \right)^{1,53} = P_H \left(\frac{\delta U + U_H}{U_H} \right)^{1,53} ; \quad (7)$$

$$F = F_H \left(\frac{U}{U_H} \right)^{3,67} = F_H \left(\frac{\delta U + U_H}{U_H} \right)^{3,67} ; \quad (8)$$

$$H = H_H \left(\frac{U}{U_H} \right)^{2,14} = H_H \left(\frac{\delta U + U_H}{U_H} \right)^{2,14} ; \quad (9)$$

$$\tau = \tau_H \left(\frac{U}{U_H} \right)^{-14,8} = \tau_H \left(\frac{\delta U + U_H}{U_H} \right)^{-14,8} . \quad (10)$$

Повышение подводимого напряжения выше номинального увеличивает потребляемую мощность теплового источника оптического излучения, а также световой поток и световую отдачу, однако значительно сокращается срок службы. Отклонению напряжения от номинального на 1% вызывает изменение потребляемой мощности на 1,8%, светового потока на 3,5%, световой отдачи на 2,0% [7,10].

Разрядные источники излучения низкого и высокого давления общего назначения применяются для целей освещения, специального назначения для ультрафиолетового облучения. Основные характеристики разрядных источников излучения также зависят от подводимого напряжения. С увеличением подаваемого напряжения к цепи, ток также увеличивается. Падение напряжения на лампе происходит согласно вольтамперной характеристики (ВАХ). Напряжение на лампе снижается медленнее, чем происходит увеличение тока, мощность увеличивается. Сопротивление лампы уменьшается быстрее, чем происходит увеличения тока. Как известно мощность это произведение силы тока на напряжение. Если один из

сомножителей увеличивается быстрее, чем уменьшается другой, мощность лампы увеличивается.

С увеличением напряжения на разрядном источнике излучения, световой поток также увеличивается, но медленнее мощности, из-за насыщения люминофора, которым покрыта внутренняя поверхность колбы. Изменение светового потока происходит практически пропорционально изменению напряжения. Так, если изменить подводимое напряжение на 1%, световой поток так же изменится на 1% [2,4].

Световая отдача разрядных источников излучения с изменением подводимого напряжения изменяется незначительно. Максимальная световая отдача у таких источников оптического излучения достигает максимального значения при напряжении 90% от номинального напряжения [2,9].

Уменьшение напряжения ниже номинального затрудняет пуск разрядных источников излучения или делает пуск невозможным, так как, напряжения зажигания электрического дугового разряда больше напряжения сети. Для зажигания и стабильной работы таких источников излучения используются пускорегулирующая аппаратура.

Аналитические зависимости некоторых характеристик разрядных источников излучения могут быть представлены:

$$P = P_n \left(1,26 \frac{U}{U_n} - 0,26 \right); \quad (11)$$

$$F = F_n \left(1,05 \frac{U}{U_n} - 0,05 \right); \quad (12)$$

$$\tau = \tau_n \left(\frac{U}{U_n} \right)^{-3,2}. \quad (13)$$

Характеристики специальных разрядных источников излучения, предназначенные для ультрафиолетового облучения, также чувствительны к отклонениям напряжения. При повышении напряжения в сети эритемные и бактерицидные потоки возрастают. На каждый процент изменения напряжения эритемные и бактерицидные потоки изменяются в среднем на 2%. В результате доза облучения может уменьшаться или увеличиваться [2,4].

В настоящее время для целей освещения получили полупроводниковые источники излучения (светодиодные). Потребляя из сети небольшие мощности, они обладают высоким световым потоком, большим сроком службы, также обладают хорошей цветопередачей.

Отклонение напряжения на зажимах светодиодных источников излучения практически не оказывает влияние на характеристики этих источников. Так в пределах напряжения от 170В до 230В, световой поток источника излучения практически остается неизменным.

Список литературы

1. *Баев В.И.* Практикум по электрическому освещению и облучению / *В.И. Баев.* - М.: Энергоатомиздат, 2008. - 176с.
2. *Баранов Л.А.* Светотехника и электротехнология / *Л.А. Баранов, В.А. Захаров.* - М.: КолосС, 2006. - 344 с.
3. *Будзко И.А.* Электроснабжение сельского хозяйства / *И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов.* - М.: Колос, 2000. - 535 с
4. *Живопистцев Е.Н.* Электротехнология и электрическое освещение / *Е.Н. Живопистцев, О.А. Косицын.* - М.: Агропромиздат, 1990.- 303 с.
5. *Кунгс Я.А.* Автоматизация управления и регулирования напряжения в осветительных установках / *Я.А. Кунгс, П.М. Твардовский.* - М.: Энергия, 1979. - 128 с.
6. *Кунгс Я.А.* Энергосбережение и энергоаудит в осветительных и облучательных установках / *Я.А. Кунгс, Н.В. Цугленок.* - Красноярск: КрасГАУ, 2002. - 266 с.
7. *Маркушевич Н.С.* Регулирование напряжения и экономия электрической энергии / *Н.С. Маркушевич.* - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 104 с.
8. *Наумов И.В.* Снижение потерь и повышение качества электрической энергии в сельских распределительных сетях 0,38 кВ с помощью симметрирующих устройств: Дис. на соис. уч.степ. д.т.н. - Иркутск, 2002. - 387 с.
9. *Рудых А.В.* Качество электроэнергии для разрядных источников излучения / *А.В. Рудых* // Материалы науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы развития регионального АПК» ИрГСХА, Иркутск, 2007.- С.34-36.
10. Электрическое освещение: справочник / *В. Б. Козловская [и др.].* - М.: КолосС, 2008. - 271 с.

References

1. Baev V.I. Praktikum po ehlektricheskomu osveshcheniyu i oblucheniyu/ V.I. Baev. - M.: Ehnergoatomizdat, 2008. - 176 P.
2. Baranov L.A. Svetotekhnika i ehlektrotekhnologiya / L.A. Baranov, V.A. Zakharov. - M.: KoloSS, 2006. - 344 P.
3. Budzko I.A. Ehlektrosnabzhenie sel'skogo khozyaistva / I.A. Budzko, T.B. Leshchinskaya, V.I. Sukmanov. - M.: Kolos, 2000. - 535 P
4. Zhivopistsev E.N. Ehlektrotekhnologiya i ehlektricheskoe osveshchenie /E.N. Zhivopistsev, O.A. Kositsyn. - M.: Agropromizdat, 1990.- 303 P.
5. Kungs Ya.A. Avtomatizatsiya upravleniya i regulirovaniya napryazheniya v osvetitel'nykh ustanovkakh / Ya.A. Kungs, P.M. Tvardovskii. - M.: Ehnergiya, 1979. - 128 P.
6. Kungs Ya.A. Ehnergosberezhenie i ehnergoaudit v osvetitel'nykh i obluchatel'nykh ustanovkakh / Ya.A. Kungs, N.V. Tsuglenok. - Krasnoyarsk: KraSGAU, 2002. - 266 P.
7. Markushevich N.S. Regulirovanie napryazheniya i ehkonomiya ehlektricheskoi ehnergii / N.S. Markushevich. - M.: Ehnergoatomizdat, 1984. - 104 P.
8. Naumov I.V. Snizhenie poter' i povyshenie kachestva ehlektricheskoi ehnergii v sel'skikh raspreditel'nykh setyakh 0,38 KV s pomoshch'yu simmetriruyushchikh ustroystv: Dis. na sois. uch.step. d.t.n. - Irkutsk, 2002. - 387 P.
9. Rudykh A.V. Kachestvo ehlektroehnergii dlya razryadnykh istochnikov izlucheniya / A.V. Rudykh // Materialy nauch.-prakt. konf. «Aktual'nye voprosy razvitiya regional'nogo APK» IRGSKHA, Irkutsk, 2007.- pp.34-36.
10. Ehlektricheskoe osveshchenie: spravochnik / V. B. Kozlovskaya [i dr.]. - M.: KoloSS, 2008. - 271 P.

Сведения об авторах

Рудых Альбина Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета, Иркутский государственный

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел.89025135896, e-mail: avr3004@yandex.ru).

Луговнин Иван Степанович – магистрант энергетического факультета, направления подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, NTK/ +79245447379, e-mail: IVAN.LUGOVNIN.94@BK.RU).

Information about the authors

Rudykh Albina Vladimirovna - candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of electrical equipment and physics of the faculty of energy, Irkutsk state agrarian University named after A. A. Yezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny village, tel. 89025135896, e-mail: avr3004@yandex.ru).

Lugovnin Ivan Stepanovich - master's student of the faculty of energy, training direction 35.04.06 "Agroengineering", Irkutsk state agrarian University named after A. A. Yezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny village, NTK/ +79245447379, e-mail: IVAN.LUGOVNIN.94@BK.RU).

УДК 629.3.048.7:631:261.1:634.2.044

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЗАЩИЩЁННОМ ГРУНТЕ

Салмонов С.Р., Федотов В.А.

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

Отопление — неестественный обогрев помещений с целью возмещения в них теплопотерь и поддержания на заданном уровне температуры, отвечающей условиям теплового комфорта и требованиям технологического процесса. Также под отоплением понимают устройства и системы устройств, выполняющие эту функцию. В настоящее время в теплицах все большее внимание уделяется качественному поддержанию микроклимата. Правильно выбранная технология поддержания микроклимата – одна из важнейших составляющих, позволяющих повысить урожайность. А эффективное использование энергоресурсов – дополнительная возможность существенно уменьшить себестоимость выбранной системы. В зависимости от преобладающего способа теплопередачи отопление теплицы может быть конвективным и лучистым.

Ключевые слова: отопление, теплопередача, энергия, теплица.

PROMISING DEVELOPMENTS OF THE HEATING SYSTEM USED IN THE CULTIVATION OF CROPS IN SHELTERED GROUND

S. R.Salmonov, V.A.Fedotov

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

Heating — unnatural heating of premises in order to compensate for heat loss in them and maintain a set temperature level that meets the conditions of thermal comfort and the requirements of the technological process. Also, heating refers to devices and device systems

that perform this function. Currently, more and more attention is paid to maintaining the microclimate. A correctly selected microclimate extraction technology is one of the most important components that allows to increase productivity. Efficient use of energy resources is an additional opportunity to reduce the cost of the selected system. Greenhouse heating can be convective and radiant.

Key words: heating, heat transfer, energy, greenhouse.

Новые технологии и системы отопления

Системы отопления (СО) теплиц различают по виду и параметрам теплоносителя и первичной энергии, типу нагревательных приборов. По виду теплоносителя различают системы с водяным и воздушным обогревом. В теплицах с водяным отоплением используют горячую или перегретую воду с температурой на входе в систему от 95 до 150⁰ С, на выходе 70⁰ С. При обогреве почвы применяют воду с температурой 45-35⁰ С. В воздушных СО используют различные воздухонагреватели или теплогенераторы, осуществляющие нагрев воздуха сооружения. В качестве первичного вида энергии в таких устройствах используют тепловую (в виде пара или горячей воды), химическую, преобразуемую в тепловую при сгорании жидкого или газообразного топлива, электрическую энергию. Воздухонагреватели имеют узел преобразования энергии и вентилятор с электроприводом, осуществляющий интенсивный съём тепла с узла преобразования за счёт воздушного потока. Устройства с паром или водой в качестве первичного теплоносителя получили название калориферов или отопительно-вентиляционных агрегатов (калорифер плюс вентилятор). Газовые и жидкотопливные воздухонагреватели часто называют теплогенераторами. По Конструкции и типу нагревательных приборов различают гладкотрубные и конвекторные водяные системы отопления, воздушные системы с сосредоточенной раздачей теплового воздуха и с распределением его при помощи воздуховодов, комбинированные системы отопления [4].

Водяное отопление

Источник тепла – горячая вода, циркулирующая по трубам, которые проложены внутри теплицы (по периметру) или под полом (тёплый грунт). Принцип действия водяного отопления теплицы таков: по замкнутым в систему трубам циркулирует теплоноситель (нагретая вода), которая, отдав тепло в атмосферу, снова поступает в котёл, где заново нагревается. В местностях, где проложен газопровод, основным элементом такого отопления для теплиц является котёл (газовый), как наиболее экономичный вариант. При том что отопление работает от электросети, происходит следующее: нагретая в бойлере вода посредством циркуляционного насоса подаётся в трубы, которые могут быть проложены вдоль стен теплицы либо между растениями. При монтаже системы используют медные, стальные и пластиковые трубы. Пластиковые трубы – как раз то, что нужно в данном случае. Они лёгкие, доступны по цене и не ржавеют. Установленный насос способствует принудительную циркуляцию воды в системе, реже всего используют естественную. Автоматическое поддержание определённой

температуры достигается за счёт подключения терморегуляторов к трубопроводам и радиаторам. Недостатком водяного отопления теплицы можно отнести сложность монтажа системы труб, высокую цену и необходимость постоянного контроля. Положительная сторона в том, что возможен одновременный обогрев воздуха и грунта [7].

Воздушное отопление

При данном способе в качестве теплоносителя используется воздух. Разберём этот способ на базе твёрдотопливного устройства (котла) длительного горения конвекционного типа. Благодаря тому, что котёл создаёт естественную конвекцию воздуха – то есть, нагревая воздух в металлических трубах, горячий воздух идёт вверх, а снизу подтягивают холодный воздух, нагревая его, и прогоняя через встроенные трубы, таким образом, и создаётся, практически, “реактивная” тяга. Примером такого котла может служить технология Булерьян, которая позволяет отапливать самые различные площади и объёма (рис.1). Твёрдотопливные котлы этой технологии зарекомендовали себя как одни из эффективных генераторов тепла [2].



Рисунок 1 – Принцип работы котла (длительного горения).

При этом в котле работают два режима горения:

1. Процесс горения - когда горят непосредственно дрова.
2. Газогенерация - или пиролиз когда уже горят не дрова, а угарный газ (СО или монооксид углерода).

Преимущество данной отопительно системы:

- a. Создаётся естественная конвекция воздуха, благодаря чему воздух холодный автоматически подаётся снизу и выбрасывается вверх, проходя через трубы в котле.
- b. Простота монтажа системы отопления в любом помещении.
- c. Высокий коэффициент полезного действия (КПД) и возможность работать на самом различном топливе.

К технологии Булерьян также относится и «Дровяное отопление»

Данный способ позволяет организовать обогрев теплицы так, что ночные походы для очередной закладки дров не потребуются. Помещение

быстро нагревается, а температура поддерживается на заданном уровне в течение долгого времени. Одной закладки дров хватает примерно на 6-8 часов. Полная безопасность обеспечивается тем, что корпус печи не накаляется. Устройство выглядит следующим образом: в тамбуре делают топку из кирпича, а в теплице, во всю её длину, прокладывают под стеллажами дымоход. Именно по нему проходит угарный газ и покидает помещение через трубу с другой стороны. Выделяемое при этом тепло и обогревает помещение [2, 3].

Инфракрасный обогрев

Отопление в теплице с помощью инфракрасных обогревателей, возможно, сделать самостоятельно, оно не требует глубоких знаний в электротехнике и теплотехнике. Поэтому такие системы инфракрасного обогрева так популярны и используются не только для отопления теплиц, но и дома, квартир, гаражей, офисов и самых различных вспомогательных и жилых помещений. Для отопления в теплиц необходимо использовать длинноволновые инфракрасные обогреватели (рис.2), так как температура нагрева нагревательного элемента находится в пределах 270 - 300⁰ С, (в отличие от средневолновых инфракрасных обогревателей, у которых температура нагревательных элементов доходит до 1900⁰ С). Поэтому тепло от таких обогревателей не выжигает и не сушит растения, как средневолновые обогреватели, у которых нагревательный элемент нагревается до видимых спектров. Кроме того, спектр излучения отлично подходит для растений, он не только греет, но кроме того и стимулирует рост растений [3].



Рисунок-2 – ИК обогреватели.

Преимуществом такого способа отопления является:

- эффективность распределения тепла,
- экономность до 60 % по сравнению с конвекторным отоплением
- автономность при использовании терморегуляторов,
- низкая стоимость установки, простота установки,
- долговечность, надёжность,
- экологичность, эргономичность, компактность.

Принцип работы ИК отопления заключается в том, что в верхней части купола теплицы устанавливаются обогреватели (типа Еко Star). Управление обогревателями выполняется с помощью терморегулятора. Терморегулятор снимает показания температуры через датчик, сверяется с заданной программой и включает или выключает обогреватели, в зависимости от заданного температурного режима. Польза ИК излучения в активизации роста растений и очищении загрязнённого воздуха. Экономия становится возможной по той причине, что ИК работает непостоянно, благодаря терморегуляторам [1].

Выводы

Наиболее оптимальным вариантом отопления теплицы является «Комбинированный способ отопления». Мы предлагаем использовать (применить) комбинированные котлы, ведь они удобны своей возможностью быстро реагировать на изменение эксплуатационных условий. При этом минусы одного способа обогрева могут успешно закрываться преимуществами другого. Примером, может служить отключение электроэнергии, если предусмотрено отопление, функционирующее на дровах, газе, угле, то нас это не застанет врасплох. Самый экономичный способ рассчитан на примере 24-36 м². Твердотопливный котёл 11 кВт, типа «ЕКО НОТ-11» (можно любой другой тип котла).(рис.3)

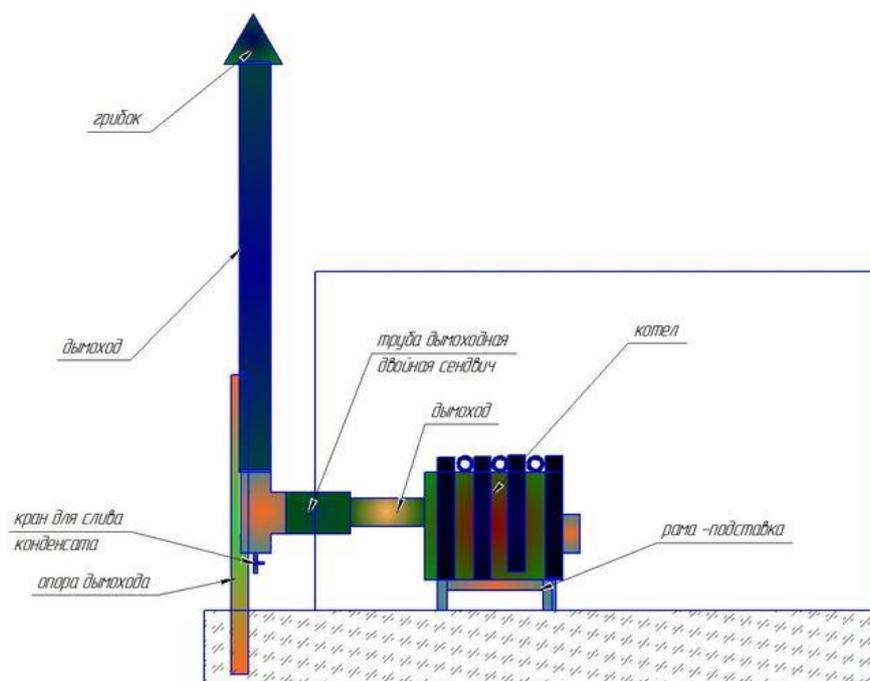


Рисунок 3 - Схема работы котла.

Средний расход системы за отопительный сезон около 9 м²(сухой дуб). Min температура дымовых газов 150 С, а Max температура 300 С. Дополнительно система оснащается вентилятором с автоматикой для эффективной работы [5, 6].

Список литературы

1. *Афонькина В.А., Попов В.М.* Сушка термолabileльных культур в ИК - диапазоне с учетом оптических свойств продукта. Вестник Южно-уральского государственного университета. Серия. Энергетика. Выпуск 17, № 26 [294] 2012. С 17-20.
2. *Ааслинг Д. М., Элер Н., Якобсен Л.* Интеграция программного обеспечения для управления климатом с компьютером управления теплицей. Экологическое моделирование и программное обеспечение. 2005; С.521-527.
3. *Роддатис К.Ф., Потарецкий А.Н.* СПРАВОЧНИК по котельным установкам малой производительности. 1989г.
4. *Калинина Т. О., Полякова В. Ю., Кичин К. В.* Создание оптимальных тепловых условий в теплицах в зимний период // Молодой ученый. – 2016. – №29. – С. 81-86.
5. *Сетхи, В.П. и С.К. Шарма.* Эксперимент и экономическое исследование теплового контроля теплиц. Система с использованием водоносного горизонта. Преобразование энергии. 2007. С.306-319.
6. *Ким Ю.Ю., Паек Ю.* Характеристики теплопередачи теплообменника змеевика для горячего водоснабжения теплового туннеля теплицы. 2005. С.221-226.
7. Булерьян. Статья 1-5. 1992. С.5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bullerjan.ru/articles/5>

References

1. Afon`kina V.A., Popov V.M. Sushka termolabil`ny`x kul`tur v IK - diapazone s uchetom opticheskix svojstv produkta. Vestnik Yuzhno-ural`skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya. E`nergetika. Vy`pusk 17, № 26 [294] 2012. S 17-20.
2. Aasling D. M., E`ler N., Yakobsen L.. Integraciya programmnoo obespecheniya dlya upravleniya klimatom s komp`yuterom upravleniya teplicej. E`kologicheskoe modelirovanie i programmnoe obespechenie. 2005; S.521-527.
3. Roddatis K.F., Potareczkij A.N.. SPRAVOChNIK po kotel`ny`mustanovkam maloj proizvoditel`nosti. 1989g.
4. Kalinina T. O., Polyakova V. Yu., Kichin K. V. Sozdanie optimal`ny`x teplovy`x uslovij v teplicax v zimnij period // Molodoy ucheny`j. – 2016. – №29. – S. 81-86.
5. Setxi, V.P. i S.K. Sharma. E`ksperiment i e`konomicheskoe issledovanie teplovoogo kontrolya teplicz. Sistema s ispol`zovaniem vodonosnogo gorizonta. Preobrazovanie e`nergii. 2007. S.306-319.
6. Kim Yu.Yu., Paek Yu. Karakteristiki teploperedachi teploobmennika zmeevika dlya goryachego vodosnabzheniya teplovoogo tunnelya teplicy. 2005. S.221-226.
7. Buler`yan. Stat`ya 1-5. 1992. S.5 [E`lektronny`j resurs]. – Rezhim dostupa: <https://bullerjan.ru/articles/5>

Сведения об авторах

Салмонов Саъдуллохон Рахматуллоевич - студент 2 курса энергетического факультета, направления подготовки теплоэнергетика и теплотехника, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, e-mail: alexsalmonov99@icloud.com).

Федотов Виктор Анатольевич – научный руководитель, кандидат технических наук, доцент кафедры энергообеспечения и теплотехники, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89149594407, e-mail: skobarifed@yandex.ru).

Information about the authors

Salmanov Sadullokhon Rakhmatullaevich – 2nd year student of the faculty of energy, direction of training of heat power Engineering and heat engineering, Irkutsk SAU (Molodzhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, e-mail: salmonov99@inbox.ru).

Fedotov Viktor A. – research supervisor, candidate of Technical Sciences, associate Professor of Power Supply and Heat Engineering. Irkutsk SAU (Molodzhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89149594407, e-mail: skobarifed@yandex.ru).

УДК 621.365.46

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ТОМАТОВ ПЕРЕД
ИНФРАКРАСНОЙ ОБРАБОТКОЙ**

Свинарева А.М., Быкова С.М.

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

В работе проведен анализ существующих способов технологической подготовки томатов, для дальнейшей обработки данного вида сырья в сушильных печах, шкафах и т.п. Были проанализированы различные способы, такие как нарезание томатов на «дольки», «четвертинки», «половинки» и «кружочки». Выявлено, что каждый способ нарезки имеет свои положительные стороны и недостатки. В результате анализа имеющихся на сегодняшний день работ, выявлено, что самым оптимальным способом нарезки томатов – это «четвертинки», так как требуется маленькая длина инфракрасной волны и большой выход готового продукта. Дано обобщение и рекомендация по нарезке томатов в сушильных шкафах «Универсал-СД-4».

Ключевые слова: томаты, инфракрасная обработка, способы подготовки, длина волны, готовый продукт.

**TECHNOLOGICAL PREPARATION OF TOMATOES BEFORE INFRARED
PROCESSING**

Svinareva A.M.

Scientific supervisor S. M. Bykova

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

The paper analyzes the existing methods of technological preparation of tomatoes for further processing of this type of raw material in drying ovens, cabinets, etc. Various methods were analyzed, such as slicing tomatoes into “slices”, “quarters”, “halves” and “circles”. In the studied works, preference is given to such cutting methods as quarters. As a result of the analysis of the work available today, it was found that the most optimal way of slicing tomatoes is “quarters”, since a small infrared wavelength and a large yield of the finished product are required. A generalization and recommendation for slicing tomatoes in drying ovens "Universal-SD-4".

Key words: tomatoes, infrared processing, preparation methods, wavelength, finished product.

Томат или помидор (лат. *Solanum lycopersicum*) – однолетнее или многолетнее травянистое растение, вид рода Паслён (*Solanum*) семейства Паслёновые (*Solanaceae*). Возделывается как овощная культура [5].

Чаще всего томаты используются в сыром, солёном, тушёном или жареном виде. Для тушения и жарки помидоров предварительно моют под холодной водой, затем освобождают от плодоножек, нарезают на две половинки и удаляют белую мякоть у сердцевин.

Одним из основных видов консервной промышленности являются томаты. Массовая доля растворимых веществ, в районе 6 % является главным показателем качества продукта. Гармоничное содержание сахаров (не менее 3,6%) и кислоты (не менее 0,45%) обуславливают вкус и качество томатов, а, следовательно, и продуктов переработки. Оптимальное отношение сахара и кислоты (сахарнокислотный индекс) должно находиться в пределах от 6 до 8 единиц. Наблюдается снижение этого показателя у незрелых и повышение у перезрелых плодов, что приводит как в первом, так и во втором случае к ухудшению вкусовых и технологических достоинств томатов и вырабатываемых из них консервов [4].

Томаты служат основой для получения различных продуктов питания таких как: томатная паста, кетчуп, томатный сок, томатный порошок, пастила, и т.д. В настоящее время особое внимание уделяется вяленым томатам.

Классическая рецептура вяления подразумевает сушку овощей на открытом воздухе под жаркими солнечными лучами в течение нескольких дней [10].

Наряду с естественным методом сушки, существует множество других способов, в том числе и импульсная инфракрасная сушка. В пищевой промышленности она используется в дополнение к сушке, стерилизации/пастеризации, а также для подrumянивания и облегчения процесса очистки.

Принцип обработки пищевых продуктов инфракрасным излучением аналогичен принципу инфракрасных ламп, известных из области медицины [6, 8].

Продукты питания подлежат очень интенсивному ультрафиолетовому облучению (обычно в диапазоне от 100 до 500 Вт) в камере (печи) или туннеле и т. д. Источником инфракрасного излучения служат инфракрасные лампы, инфракрасные нагреватели (также, керамические ИК нагревательные элементы) и иные приспособления. Излучение должно быть ориентировано напрямую на продукты. Для лучшего регулирования тепла нередко применяется нагнетатель воздуха [1, 3].

До того, как поместить томаты в сушильный шкаф, необходимо провести технологическую подготовку продуктов, которая включает в себя мойку, резку и дальнейшую укладку на лотки, если таковые имеются.

Исходное сырье тщательно моют в проточной воде. Технологические процессы мойки, относят к первичной переработке томатов, которая может осуществляться как в проточной воде, так и в какой либо заранее подготовленной ёмкости. Сполоснув томаты, их нарезают различными способами, представленными на рисунке 1. Благодаря этому увеличивается площадь испарения воды и тем самым ускоряется сушка. После

предварительно мойки, необходимо переждать определенный отрезок времени, для того, чтобы томаты немного просохли, и исчезла излишняя влага с поверхности томатов. Полностью подготовленные к сушке томаты и раскладывают тонким слоем на лоток, чтобы обеспечить доступ воздуха со всех сторон.

Определение оптимальных параметров при разделывании томатов является одной из важных задач технологической подготовки томатов для дальнейшей обработки.



Рисунок 1 – Способы нарезки томатов

В различных литературных источниках авторы используют определенные методы нарезки томатов. От способа нарезки зависит много показателей, которые являются весьма значимыми для выбора режима сушки, определения плотности теплового потока, длины волны ИК излучения, и, конечно же, выход готового продукта. Сравнительные данные способов подготовки томатов приведены в таблице [2, 7].

Таблица 1 – Сравнительная таблица способов подготовки томатов

Способ нарезки	Плотность теплового потока, $кВт/м^2$	Длина волны, $мкм$	Толщина долек, $мм$	Выход готового продукта $кг/(м^2*ч)$
Дольки	0,92	1,41	1	0,14
Кружочки	1,35	1,49	2	0,34
Половинки	0,92	1,67	3	0,20
Четвертинки	1,99	1,41	4	0,50

В таблице приведены данные из различных научных патентов, в которых авторы используют тот или иной способ нарезки и получают определенные результаты. На первый взгляд, способ нарезки не имеет значительного влияния на исход сушки и выход готового продукта, но это не так. Анализируя таблицу, можно сказать, что нарезка томатов «дольками» и «кружочками» в дальнейшей обработке требует меньшую плотность теплового потока. Наибольшее значение плотности теплового потока принадлежит способу нарезки такому как «четвертинки», что практически в

два раза превышает значение данного показателя при нарезке томатов на «дольки» и «кружочки».

Длина волны инфракрасного излучения находится примерно на одном и том же уровне для всех 4 способов нарезки и находится в пределах от 1,41 до 1,67 мкм.

Если говорить о толщине долек, то глядя на таблицу 1 можно сказать, что толщина долек не влияет ни на плотность теплого потока, ни на выход готового продукта. Какой-то прямой зависимости между этими показателями либо совсем нет, либо она незначительна.

Выход готового продукта достигает максимального значения при способе нарезки «четвертинки» и составляет 0,50 кг/(м²*с), но при получении данного значения достигается большая плотность теплового потока, что носит отрицательный характер.

«Дольки» толщиной в 1 мм имеют наименьшее значение выхода конечного продукта, так как при столь малых размерах, удаление влаги происходит несколько быстрее, нежели при «четвертинка», это и сказывается на количественном выходе готового продукта [9].

Говоря о способах нарезки, немаловажным фактором является устройство сушильного шкафа, в котором будет проходить дальнейшая обработка и сушка исходного сырья.

Например, говоря об инфракрасном сушильном шкафу «Универсал-СД-4», сушка происходит на лотках. Материал противней: рамка - алюминий пищевой, сетка – алюминий пищевой.

Универсальный инфракрасный сушильный шкаф серии «Универсал-СД-4» идеально подходит для качественной и ускоренной сушки ягод, грибов, овощей, фруктов, трав, лекарственных растений, мяса, мясных субпродуктов, вяления и сушки мелкой, средней и крупной рыбы (дополнительные опции шкафа позволяют вывешивать крупную рыбу на вешелах), любых морепродуктов, морской капусты, ламинарий, других любых видов сельскохозяйственной продукции, любых продуктов, имеющих как капиллярную, так и коллоидную внутреннюю структуру, а также производство снежков (чипсов) с низкой выходной влажностью (5-8%) из любых видов фруктов, рыбы и мяса.

В основу принципа действия инфракрасного электрошкафа «Универсал-СД-4» положен комбинированный радиационно-конвективный способ сушки продуктов. При данном способе испарение влаги в продукте в основном происходит посредством терморadiационного нагрева инфракрасным излучением определённого диапазона длин волн, а удаление влаги за счёт принудительной конвекции паровоздушной смеси. Внутри корпуса электрошкафа в четырёх секциях, попарно в один ряд расположены трубчатые электронагреватели (ТЭНы), которые имеют специальное покрытие из функциональной керамики. Над каждым ярусом ТЭНов расположены сетчатые противни для сушки продуктов.

Проведенные первичные результаты, по выведению влаги из томатов показали, что наиболее приемлемыми способами нарезки томатов для исследования в шкафах «Универсал СД-4» являются «дольки» и «четвертинки». Так как при укладке томатов, нарезанных «кружочками» на лоток (рис.2), изготовленный из пищевого алюминия, в процессе сушки происходит прилипание продуктов к лотку, что доставляет дополнительные неудобства и уменьшает выход готового продукта, из-за того, что часть томатов, процент влажности которых значительно уменьшился, просто остаются на данном лотке.



Рисунок 2 – Укладка томатов на лоток
а – до загрузки в сушильный шкаф; б – конечный продукт.

На рисунке 2 (а) отображен внешний вид томатов, которые еще не были подвержены технологической обработке и сушке в сушильном шкафу. Рисунок 2 (б) отражает конечное состояние исходного сырья при удалении влаги с 95% до 15-17 %. Визуально видно, что при данной обработке существенно уменьшается выход готового продукта, но если говорить о витаминном составе, то содержание витаминов при удалении влаги данным способом сохраняется, а вместе с тем увеличивается срок хранения томатов. Следовательно, проводя технологическую обработку, мы получаем продукты высокой пищевой ценности и вместе с тем, не нужно располагать большими площадями для хранения такого рода продуктов.

Список литературы

1. *Алтухов И.В.* Влияние режимов импульсной инфракрасной обработки и сушки томатов на биотехнические условия нагрева / *И.В. Алтухов, С.М. Быкова* // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 10. – С. 132-138
2. *Алтухов И.В.* Влияние импульсной инфракрасной сушки на сохранность активнoдействующих веществ / *И.В. Алтухов, Н.В. Цугленок, В.Д. Очиров* // Вестник АПК Ставрополя. - 2015. – №1 (17).
3. *Афонькина В.А.* Использование пленочных электронагревателей (ПЛЭН) в технологическом процессе сушки растительного и дикорастущего сырья / *В.А. Афонькина, В.М. Попов* // Вестник КрасГАУ. - 2011. - №12. – С. 216-218.

4. *Гаджиева А. М.* Исследование процесса импульсной сушки томатного сырья / *А. М. Гаджиева* // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 13. – С. 4701–4705.
5. *Касьянов Г. И.* Теоретические разработки и практическая реализация способов переработки томатов / *Г. И. Касьянов, В. С. Гринченко, Е. А. Мазуренко* // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 4. – С. 183–193.
6. *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 общей редакцией Трушкина В.А., Саратов, 18 апреля 2016 г. – Саратов: Издательство ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2016. – С. 175-177
7. Патент РФ № 2305235. Способ сушки высоковлажных материалов / *Волончук С.К., Шорникова Л.П.* Заявка № 2006105848/06. Заявлено 26.02.2006, опубликовано 27.08.2007.
8. Патент на полезную модель RUS 122758. Сушильная установка / *Попов В. М., Афонькина В. А.* и др. Заявлено 22.02.2012, опубликовано 10.12.2012.
9. *Попов В. М.* К вопросу об инфракрасной сушке томатов / *В. М. Попов, В. А. Афонькина, В. Н. Левинский* // Достижения науки — агропромышленному производству: материалы LV междунар. науч.-техн. конф.; Южно-Уральский государственный аграрный университет. — 2016. — С. 267—274.
10. *Попов В. М.* К вопросу об инфракрасной сушке томатов / *В. М. Попов, В. А. Афонькина, В. Н. Левинский* // Достижения науки — агропромышленному производству: материалы LV междунар. науч.-техн. конф.; Южно-Уральский государственный аграрный университет. — 2016. — С. 267—274.

References

1. Altukhov I.V. et all Vliyanie rezhimov impul'snoi infrakrasnoi obrabotki i sushki tomatov na biotekhnicheskie usloviya nagreva [Influence of pulsed infrared processing and tomato drying modes on biotechnical heating conditions] / I.V. Altukhov, S.M. Bykova // Vestnik KrasGAU. – 2019. – no 10. – pp. 132-138
2. Altukhov I.V. et all Vliyanie impul'snoi infrakrasnoi sushki na sokhrannost' aktivnodeistvuyushchikh veshchestv [Effect of pulsed infrared drying on the safety of active substances] / N.V. Tsuglenok, V.D. Ochirov// Vestnik APK Stavropol'ya. 2015. – no 1 (17).
3. Afon'kina V.A. Ispol'zovanie plenochnykh elektronagrevatelei (PLEN) v tekhnologicheskom protsesse sushki rastitel'nogo i dikorastushchego syr'ya [Use of film electric heaters (PLEN) in the technological process of drying plant and wild raw materials] / V.M. Popov//. Vestnik KrasGAU, no 12, 2011. pp 216-218
4. Gadzhieva A. M. Issledovanie protsesssa impul'snoi sushki tomatnogo syr'ya [Investigation of the process of pulsed drying of tomato raw materials] // Nauchno-metodicheskii elektronnyi zhurnal «Koncept». – 2015. – Т. 13. – С. 4701–4705.
5. Kas'yanov, G. I. Teoreticheskie razrabotki i prakticheskaya realizatsiya sposobov pererabotki tomatov [Theoretical development and practical realization of methods of processing of tomatoes] / G. I. Kas'yanov, V. S. Grinchenko, E. A. Mazurenko // Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (politekhnikeskii vestnik). – 2014. – no 4. – pp. 183–193.
6. Ochirov V.D. et all Obrabotka sel'skokhozyaistvennogo syr'ya infrakrasnym nagrevom [Processing of agricultural raw materials by infrared heating] / *V.D. Ochirov, I.V. Altukhov, V.A. Fedotov, O.N. Tsydypova* // Aktual'nye problemy energetiki: materialy VII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii; pod obshchei redaksiiei Trushkina V.A., Саратов, 18 aprelya 2016 g. – Саратов: Izdatel'stvo ООО «Tsentr sotsial'nykh agroinnovatsii SGAU», 2016. – pp. 175-177

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

7. Patent RF № 2305235. Sposob sushki vysokovlazhnykh materialov [Method for drying high-moisture materials] / Volonchuk S.K., Shornikova L.P. Zayavka № 2006105848/06. Zayavleno 26.02.2006, Opublikovano 27.08.2007.

8. Popov, V. M. K voprosu ob infrakrasnoi sushke tomato [On the issue of infrared drying of tomatoes] / V. M. Popov, V. A. Afon'kina, V. N. Levinskii // Dostizheniya nauki — agropromyshlennomu proizvodstvu: materialy LV mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.; Yuzhno-Ural'skii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. — 2016. — pp. 267—274.

9. Popov, V. M., Afon'kina, V. A. i dr. Sushil'naya ustanovka [Drying unit] // Patent na poleznuyu model' RUS 122758 22.02.2012, opubl. 10.12.2012.

10. Popov, V. M. K voprosu ob infrakrasnoi sushke tomatov [On the issue of infrared drying of tomatoes] / V. M. Popov, V. A. Afon'kina, V. N. Levinskii // Dostizheniya nauki — agropromyshlennomu proizvodstvu: materialy LV mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.; Yuzhno-Ural'skii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. — 2016. — pp. 267—274.

Сведения об авторах

Свинарева Анастасия Максимовна, студентка 1-го курса, направления подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Иркутская обл., Иркутский р-он, п. Молодежный, ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, энергетический факультет) тел. 89041147575, e-mail: svinareva.nastya@mail.ru

Быкова Светлана Михайловна, старший преподаватель кафедры энергообеспечения и теплотехники. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Иркутская обл., Иркутский р-он, п. Молодежный, ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, энергетический факультет) тел. 89041216961, e-mail: bsm2212@rambler.ru

Information about authors

Svinareva Anastasia Maksimovna, 1st year student, training direction 13.03.01-heat power Engineering and heat Engineering. Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky (664038, Irkutsk Region, Irkutsk District, Molodezhny Settlement, FSBEI HE Irkutsk State Agrarian University named after AA Ezhevsky), Faculty of Energy, 89041147575, e-mail: svinareva.nastya@mail.ru

Bykova Svetlana Mikhailovna, Senior Lecturer, Department of Energy Supply and Heat Engineering. Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky (664038, Irkutsk Region, Irkutsk District, Molodezhny Settlement, FSBEI HE Irkutsk State Agrarian University named after AA Ezhevsky, Faculty of Energy), 89041216961, e-mail: bsm2212@mail.ru

УДК 621.3

К ВОПРОСУ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Тунханеева А.Г., Логинов А.Ю.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, г. Иркутск,
Россия

Одним из эффективных способов управления производством в сельском хозяйстве, является систематические осмотр и отслеживание технико-экономических показателей работы электрооборудования. Для того чтобы организовать высокую эффективность, необходимо поддерживать работоспособность оборудования, исключить частые поломки и

обеспечить качественный технический надзор. Существует система ППР (планово-предупредительный ремонт), следуя которой можно избавиться от большого количества проблем, связанных с неисправностью машин. Сущность этой системы заключается в том, что на протяжении всей эксплуатации какого-либо оборудования, производятся запланированные, профилактические операции, связанные с техническим обслуживанием и ремонтом.

Ключевые слова: электрооборудование, ремонт, обслуживание, производство.

TO THE QUESTION OF OPERATION OF ELECTRICAL EQUIPMENT IN AGRICULTURE

Tunkhaneeva A. G., Loginov A. Yu.

Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

One of the most effective ways to manage production in agriculture is systematic inspection and tracking of technical and economic indicators of electrical equipment. In order to organize high efficiency, it is necessary to maintain the performance of the equipment, avoid frequent breakdowns and provide high-quality technical supervision. There is a system of PPM (planned preventive maintenance), following which you can get rid of a large number of problems associated with the serviceability of machines. The essence of this system is that during the entire operation of any equipment, scheduled, preventive operations related to maintenance and repair are performed.

Key words: electrical equipment, repair, maintenance, production.

Успешное сельскохозяйственное производство напрямую зависит от обеспечения хорошей работоспособности электрооборудования, задействованного в ходе этого производства. Ручной труд повсеместно заменяется машинным, для увеличения производительности, уменьшения трудоемкости и достижения более высоких результатов качества. Однако в ходе эксплуатации парк сельскохозяйственной техники изнашивается, состаривается и выходит из строя. Сложившаяся ситуация и специфические условия эксплуатации приводят к значительному числу отказов электрооборудования. Так, в сельском хозяйстве ежегодно направляется в ремонт до 20% электродвигателей.[4, 5] Одной из основных причин отказов электродвигателей является недопустимо длительная работа машины без ремонта и надлежащего технического обслуживания. Отказы электрооборудования приводят не только к прямому экономическому ущербу, связанному с его восстановлением, простоям рабочего процесса, что также влияет на производительность, но и к технологическому, обусловленному порчей сельскохозяйственной продукции.[2, 3] Для того, чтобы этого избежать или обеспечить более длительный срок службы оборудования, достаточно усовершенствовать систему технического обслуживания и текущего ремонта и повысить качество капитального ремонта электрооборудования сельскохозяйственных предприятий. Этого можно добиться путем применения существующей, но на сегодняшний день, не часто используемой, системой планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

Планово-предупредительный ремонт электрооборудования сельского хозяйства (далее ППРЭСХ) - это комплекс организационных и технических действий по уходу, надзору за электрооборудованием, его обслуживанию и ремонту, проводимым профилактически с целью обеспечения безотказной его работы. Такая система обеспечивает исправность электрооборудования, его полную работоспособность, высокую производительность, увеличение показателя качества продуктов и изделий [9 - 12]. В систему ППРЭСХ входят следующие работы и мероприятия:

- установка графиков периодичности между ремонтом и техническим осмотром;
- разработка плана профилактических операций и надлежащий контроль за его выполнением;
- снабжение производственной базы, необходимыми для ремонта и технического обслуживания, материалами и запасными частями.

Структура ремонтных работ в системе ППР оборудования обуславливается требованиями ГОСТ 18322-78 и ГОСТ 28.001-78 и может быть представлена в виде рисунка 1.



Рисунок 1 – Система планово-предупредительного ремонта

Недостатком системы ППРЭСХ является отсутствие разнопланового подхода к электрооборудованию потому, что исполнения машин, их состояния и режимов работы разные. На работу электрооборудования, что используется в сельскохозяйственном сегменте, значительное влияние оказывает среда и она очень многообразна. Так же к недостаткам системы можно отнести большую трудоемкость технического обслуживания и ремонтов электрооборудования. Кроме того, одним из существенных недостатков системы ППР является то, что установленные статистическим путем значения межремонтных периодов применяются к каждому конкретному электрооборудованию. При проведении ремонтов через усредненные периоды без предварительного точного определения технического состояния каждой конкретной единицы электрооборудования на практике приходится выполнять большой объем работ по съему электрооборудования с рабочих машин и разборке для определения состояния узлов и деталей. Довольно часто после этого оказывается, что техническое состояние электрооборудования удовлетворительное, т. е. оно не требует ремонта, а операции по регулировкам и смазке можно было бы провести и без разборки. Кроме того, при разборках и сборках возможно повреждение отдельных деталей и узлов, особенно обмоток электрооборудования. При проведении ремонтов через усредненные периоды без точного определения технического состояния нельзя гарантировать, что в межремонтный период не будут возникать отказы отдельных единиц электрооборудования [7].

Однако у данной системы имеются значимые достоинства, с которыми нельзя не согласиться. Одними из важнейших плюсов системы ППРЭСХ является ее периодичность. Благодаря ее плановости и периодичности можно избежать многих проблем, связанных с частыми поломками и простым оборудованием, что существенно может упростить дальнейшее использование. Нельзя не учесть такой аспект, как прогнозирование затрат на ремонт оборудования, узлов и механизмов. Благодаря этому можно составить план дальнейших действий для определения количества численности ремонтного персонала, в зависимости от ремонтосложности оборудования, необходимых средств и ресурсов, в том числе денежных [8]. Кроме того, к достоинствам можно отнести регламентированность, которая позволяет установить виды обслуживания и ремонтов, как текущий, средний и капитальный [1]. Выбор типа работы обусловлен сложностью и объемом необходимых действий. В состав таких плановых работ также предусматривается внеплановый ремонт объекта в случае аварии.[6]

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что применение грамотного подхода и правильное использование системы планово-предупредительного ремонта положительно сказывается на эксплуатации электрооборудования. Такая система может помочь предупредить высокое число аварий, поломок и внеплановых ремонтов, существенно сократить

время простоя оборудования в ремонте, увеличивается долговечность работы электрических машин, что благоприятно сказывается на производстве в целом. Но несмотря на то, что система ППР предполагает безаварийную модель эксплуатации и ремонта оборудования, на практике приходится учитывать и неплановые ремонты.

Список литературы

1. *Агеев Е.В.* Техническое обслуживание и ремонт машин в АПК : учебное пособие / *Е.В. Агеев, С.А. Грашков.* – Курск : Курская ГСХА, 2019. – 185 с. // Лань : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/134822> (дата обращения: 26.02.2020).
2. *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: материалы всерос. науч.-практ. конф., (14-15 марта 2019 г.): в 4 т. – Молодежный, 2019. – Т. 2. – С. 14-20.
3. *Брауде В.И.* Надежность подъемно-транспортных машин : учеб. пособие для студентов вузов по специальности «Подъемно-транспортные машины и оборудование» / *В. И Брауде.* – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1986. – 183 с.
4. *Похолков Ю.П.* Исследование влияния технологического процесса изготовления обмоток на дефектность корпусной изоляции асинхронных двигателей / *Ю.П. Похолков, П.П. Бесперстов, В.В. Пыхтин* // Изв. ТПИ. – Томск, 1975. – Т. 222. – С. 46-51.
5. *Прудников А.Ю.* Анализ методов определения работоспособности асинхронных электродвигателей в процессе эксплуатации / *А.Ю.Прудников., В.В. Боннет, А.Ю. Логинов* // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., (Саратов, 01 – 30 апр. 2013 г.). – Ижевск, 2013. – С. 273-276.
6. *Пястолов А. А.* Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования / *А.А. Пястолов, А.А. Мешков, А.Л. Вахрамеев.* – М. : Колос, 1981. – 335 с.
7. РесурсПромАльянс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ess-ltd.ru/diagnostics-electrical/sistema-planovo-remonta/> (дата обращения: 20.02.2020).
8. *Силич, М.П.* Теория систем и системный анализ : учеб. пособие / *М.П. Силич, В.А. Силич.* – Томск : ТУСУР, 2011. – 276 с.
9. Справочник по электрическим машинам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://masters.donntu.org/2007/eltf/petuhov/library/source_37.htm (дата обращения: 20.02.2020).
10. *Сырых А.А.* Техническое обслуживание электрооборудования в сельском хозяйстве / *А.А. Сырых, В.С. Чекрыгин, С.А. Калмыков.* – М. : Россельхозиздат, 1980.
11. *Таран В.П.* Техническое обслуживание электрооборудования в сельском хозяйстве / *В.П. Таран.* – М. : Колос, 1975. – 304 с.
12. *Яцура А.И.* Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования : справочник / *А.И. Яцура.* – М. : НЦ ЭНАС, 2006. – 504 с.

References

1. Ageev E.V. Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont mashin v APK : uchebnoe posobie / *E.V. Ageev, S.A. Grashkov.* – Kursk : Kurskaya GSKHA, 2019. – 185 s. // Lan' : elektronno-bibliotchnaya sistema. – Rezhim dostupa: <https://e.lanbook.com/book/134822> (data obrashcheniya: 26.02.2020).

2. Bonnet, YA.V. Ocenkaeffektivnostiispol'zovaniyaasinhronnyhdvigatelej v sistemahventilyaciiptichnikov [Evaluation of the effectiveness of using induction motors in poultry ventilation systems] / YA. V. Bonnet, A. YU. Prudnikov // Nauchnyeissledovaniyastudentov v resheniiaktual'nyh problem APK: materialyvseros. nauch.-prakt. konf., (14-15 marta 2019 g.): v 4 t. – Molodezhnyj, 2019. – T. 2. – pp. 14-20.
3. Braude V.I. Nadezhnost' pod"emno-transportnyh mashin : ucheb. posobie dlya studentov vuzov po special'nosti «Pod"emno-transportnye mashiny i oborudovanie» / V. I Braude. – L. : Mashinostroenie, Leningr. otd-nie, 1986. – 183 P.
4. Poholkov YU.P. et all Issledovanie vliyaniya tekhnologicheskogo processa izgotovleniya obmotok na defektnost' korpusnoj izolyacii asinhronnyh dvigatelej / YU.P. Poholkov, P.P. Besperstov, V.V. Pyhtin // Izv. TPI. – Tomsk, 1975. – T. 222. – pp. 46-51.
5. Prudnikov A.YU., Bonnet V.V., Gerasimova M.N., Loginov A.YU., Potapov V.V. Diagnosticheskijkompleksissledovaniyarabotyasinhronnogodvigatelya v perekhodnyhrezhimah // Aktual'nyeproblemyehnergetiki APK : materialy VII mezhdunar. nauch.-prakt. konf., (18 apr. 2016 g.). – Saratov, 2016. – P. 189.
6. Pyastolov A. A. et all. Montazh, ekspluataciya i remont elektrooborudovaniya / A.A. Pyastolov, A.A. Meshkov, A.L. Vahrameev. – M. : Kolos, 1981. – 335 P.
7. ResursPromAl'yans [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.ess-ltd.ru/diagnostics-electrical/sistema-planovo-remonta/> (data obrashcheniya: 20.02.2020).
8. Silich, M.P. Teoriya sistem i sistemnyj analiz : ucheb. posobie / M.P. Silich, V.A. Silich. – Tomsk : TUSUR, 2011. – 276 P.
9. Spravochnik po elektricheskim mashinam [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://masters.donntu.org/2007/eltf/petuhov/library/source_37.htm (data obrashcheniya: 20.02.2020).
10. Syryh A.A. Tekhnicheskoe obsluzhivanie elektrooborudovaniya v sel'skom hozyajstve / A.A. Syryh, V.S. Chekrygin, S.A. Kalmykov. – M. : Rossel'hozizdat, 1980.
11. Taran V.P. Tekhnicheskoe obsluzhivanie elektrooborudovaniya v sel'skom hozyajstve / V.P. Taran. – M. : Kolos, 1975. – 304 P.
12. YAshchura A.I. Sistema tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta energeticheskogo oborudovaniya : spravochnik / A.I. YAshchura. – M. : NC ENAS, 2006. – 504 P.

Сведения об авторах

Тунханеева Анастасия Гавриловна – студентка 4 курса энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 8924603697, e-mail: slogin1987@gmail.com).

Логинов Александр Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89041224153, e-mail: alexander_loginov@mail.ru).

Information about the authors

Tunkhaneeva Anastasia Gavrilovna - 4th year student of the Faculty of Energy, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, Molodezhny, tel. 8924603697, e-mail: slogin1987@gmail.com).

Loginov Alexander Yuryevich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electrical Equipment and Physics of the Faculty of Energy, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 89041224153, e-mail: alexander_loginov@mail.ru).

УДК 621.3

**ДИАГНОСТИКА МЕХАНИЧЕСКИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

И.В. Табиханов, С.М. Быкова

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

Электрический привод является неотъемлемой частью технологических процессов производства сельскохозяйственной продукции. Электрические двигатели, применяемые в этих приводах обладают рядом конструктивных особенностей, исходя из которых самым распространенным является асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. Основной причиной выхода из строя электродвигателей является перегорание межвитковой изоляции. Поэтому современные методы диагностики двигателей чаще направлены на получение информации о состоянии обмоток, но согласно исследованиям, механические неисправности также оказывают существенное влияние на техническое состояние. В статье приведен анализ существующих методик диагностики механических неисправностей двигателей, в том числе и эксцентриситета ротора.

Ключевые слова: электропривод, асинхронный двигатель, эксцентриситет диагностика, механическая неисправность, техническое состояние, надежность.

**DIAGNOSTICS OF MECHANICAL FAILURES OF ELECTRIC
MOTORS**

I.V. Tabihanov, S.M. Bykova

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

The electric drive is an integral part of the technological processes of agricultural production. Electric motors used in these drives have a number of design features, based on which the most common is an asynchronous motor with a short-circuited rotor. The main reason for the failure of electric motors is the burnout of the inter-turn insulation. Therefore, modern methods of engine diagnostics are more often aimed at obtaining information about the state of the windings, but according to research, mechanical failures also have a significant impact on the technical condition. The article presents an analysis of existing methods for diagnosing mechanical failures of engines, including the eccentricity of the rotor.

Keywords: electric drive, asynchronous motor, eccentricity diagnostics, mechanical failure, technical condition, reliability.

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве и в целом в промышленности повсеместно применяются электрические машины для привода различных технологических процессов. Это объясняется высоким КПД этих машин, доступностью электрической энергии, широким диапазоном мощностей и регулировочных характеристик. Электрические двигатели классифицируются по различным критериям, основные из которых приведены на рисунке 1 [4].

Широкое распространение получили асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором, так как из-за простой конструкции они являются самыми дешевыми электрическими машинами. Гораздо реже при производстве сельскохозяйственной продукции используются асинхронные

двигатели с фазным ротором и коллекторные машины постоянного тока. Несмотря на кардинальные отличия в конструкции этих машин основной причиной выхода их из строя является перегорание межвитковой изоляции. Это обусловлено агрессивной средой, в которой эксплуатируются двигатели, несвоевременным проведением технического обслуживания и текущего ремонта, неправильным выбором двигателя по мощности (работа с перегрузкой), а также несовершенством применяемых методов диагностики [2, 3]. Наряду с перечисленными факторами на преждевременное старение межвитковой изоляции оказывают существенное влияние наличие в двигателе механических неисправностей, диагностике которых на производстве не уделяется должного внимания [9]. Рассмотрим подробнее виды этих неисправностей у асинхронных двигателей.

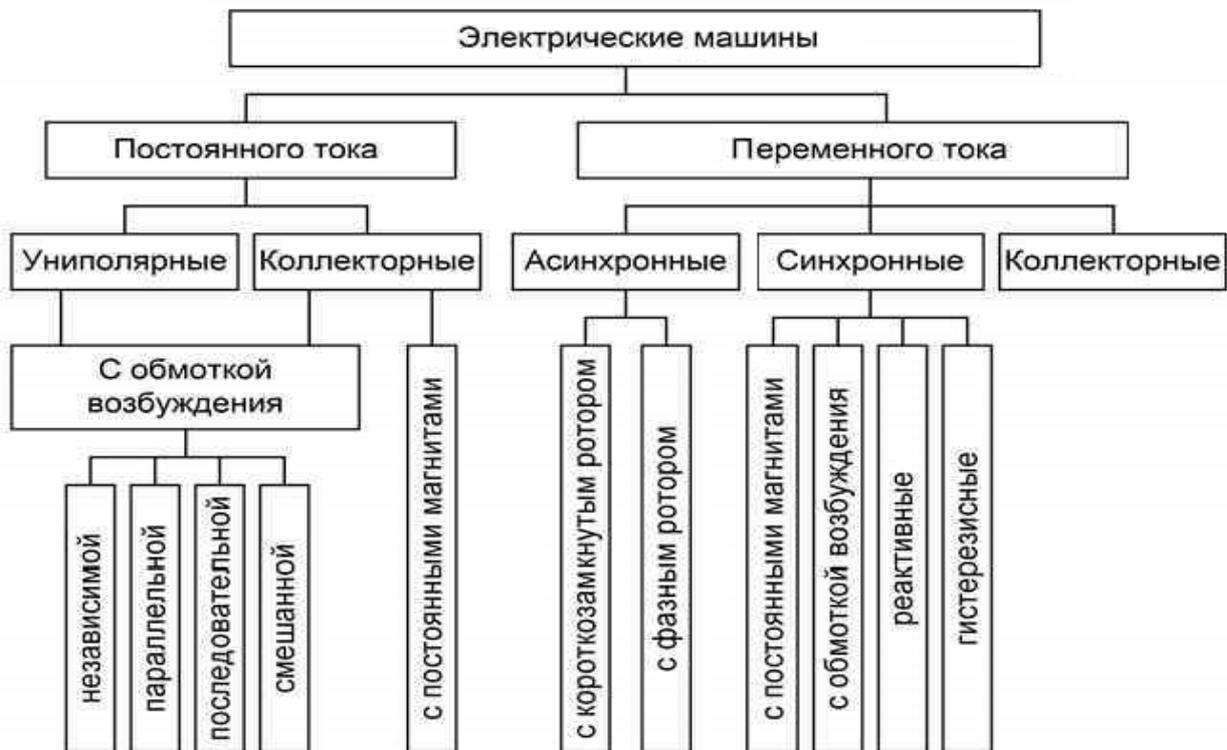


Рисунок 1 – Классификация электрических машин

Слабая протяжка болтов крепления двигателя к фундаменту приводит к появлению вибрации двигателя и рабочей машины, искривлению вала, расшатыванию соединительных муфт, преждевременному износу подшипников. Выявляется, как правило, при внешнем осмотре.

Повреждение или проворачивание вентилятора охлаждения двигателя возникает в процессе транспортировки, монтажа, эксплуатации или ремонта двигателя вследствие ударов. Влечет за собой неравномерный нагрев отдельных частей двигателя и, как следствие, преждевременный выход из строя межвитковой изоляции. Диагностируется при внешнем осмотре или при тепловизионном обследовании.

Повреждение корпуса электрической машины появляется при повышенных нагрузках или неправильном креплении двигателя. В этом

случае необходимо проверить плотность прилегания основания к фундаменту и выровнять двигатель при помощи лазерного инструмента для центрирования [5, 7].

Эксцентриситет ротора является самой распространенной механической неисправностью асинхронных двигателей. Он может быть обусловлен неточностью сборки двигателя (статический эксцентриситет) и в этом случае ремонту практически не подлежит. Динамический эксцентриситет возникает чаще всего вследствие износа подшипника, что приводит к отклонению оси ротора от оси статора, в критических случаях ротор начинает задевать статор и машина за несколько часов выходит из строя [6, 12]. При этом сам подшипник может сильно нагреваться и в некоторых случаях это приводит к оплавлению вентилятора (рисунок 2), в свою очередь без охлаждения сам двигатель быстро перегревается и выходит из строя (рисунок 3).



Рисунок 2 – Оплавившаяся крыльчатка охлаждения двигателя в результате перегрева подшипника при эксцентриситете ротора



Рисунок 3 – Перегоревшая статорная обмотка асинхронного двигателя в результате перегрева подшипника при эксцентриситете ротора

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

Двигатель, показанный на рисунках 2 и 3, был использован для привода приточной установки Ballu Machine, номинальные параметры которой приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Номинальные параметры приточной установки Ballu Machine

Масса, кг	51
Расход воздуха, м ³ /ч	940
Свободный напор, Па	929
Мощность двигателя, кВт	0,75
Частота вращения, об/мин	2958
Электропитание, В-ф-Гц	400-3-50

Существующие методы диагностики эксцентриситета ротора можно разделить на следующие группы: токовая диагностика, вибрационная диагностика, виброакустическая диагностика, тепловизионная диагностика, органолептическая диагностика и диагностика по динамическим показателям [9]. Как правило, для проведения испытаний необходимо доставить двигатель в испытательную лабораторию, или остановит технологический процесс. Отличается от остальных методов, описанный в работах [1, 8, 10, 11], который позволяет провести диагностику эксцентриситета на рабочем месте, при условии доступа к валу двигателя или приводимого во вращение механизма.

Вывод. Диагностике механических неисправностей электрических двигателей на производстве уделяется недостаточное внимание, что ведет к снижению надежности электропривода. Самой распространенной механической неисправностью является эксцентриситет ротора. Диагностике этой неисправности посвящено много работ, но нужно развивать и внедрять в производство методы, позволяющие проводить диагностику на рабочем месте без разборки двигателя.

Список литературы

1. *Боннет В.В.* Статистическая оценка параметров изменения частоты вращения ротора асинхронного двигателя / *В.В. Боннет, А.Ю. Прудников.* // Вестник ИрГСХА. – 2017. – Вып. 80. – С. 125-130.
2. *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: материалы всерос. науч.-практ. конф., (14-15 марта 2019 г.): в 4 т. – Молодежный, 2019. – Т. 2. – С. 14-20.
3. *Карнаухов Д.Н., Муратов С.С., Ракоца И.А.* Энергосберегающая система поддержания микроклимата в птичнике / науч. рук. А.Ю. Логинов, В.В. Боннет / *Д.Н.Карнаухов, С.С.Муратов, И.А. Ракоца* // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК : материалы регион. науч.-практ. конф. молодых учёных, (5 апр. 2017 г.). – Иркутск, 2017. – С. 189-195.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

4. *Копылов И.П.* Электрические машины : учеб.для вузов / *И.П. Копылов.* – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., Логос, 2000. – 607 с.
5. *Логинов А.Ю.* Описание процесса изменения частоты вращения ротора асинхронного двигателя с помощью динамического звена второго порядка / *А.Ю. Логинов, А.Ю. Прудников* // Вестник ИрГСХА. – 2017. – Вып. 81-2. – С. 111-116.
6. *Прудников А.Ю.* Определения эксцентриситета ротора асинхронного двигателя / *А.Ю. Прудников., В.В. Боннет, М.Н. Герасимова, А.Ю. Логинов, В.В. Потапов* // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы VII междунар. науч.-практ. конф., (18 апр. 2016 г.). – Саратов, 2016. – С. 183-188.
7. *Прудников А.Ю.* Диагностический комплекс исследования работы асинхронного двигателя в переходных режимах / *А.Ю. Прудников., В.В. Боннет, М.Н. Герасимова, А.Ю. Логинов, В.В. Потапов* // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы VII междунар. науч.-практ. конф., (18 апр. 2016 г.). – Саратов, 2016. – С. 189.
8. *Прудников А.Ю.* Автоматизированная система для диагностики эксцентриситета ротора асинхронного двигателя / *А.Ю. Прудников., В.В. Боннет, А.Ю. Логинов* // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии : материалы VII междунар. науч.-практ. конф., (24-26 мая 2018 г.). – Иркутск, 2018. – С. 233-238.
9. *Прудников А.Ю.* Анализ методов определения работоспособности асинхронных электродвигателей в процессе эксплуатации / *А.Ю. Прудников., В.В. Боннет, А.Ю. Логинов* // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., (Саратов, 01 – 30 апр. 2013 г.). – Ижевск, 2013. – С. 273-276.
10. *Прудников А.Ю.*, Математическая модель асинхронного двигателя с эксцентриситетом ротора / *А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, А.Ю. Логинов* // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6 (105). – С. 94-97.
11. *Прудников А.Ю.* Программа для определения эксцентриситета ротора асинхронного двигателя / *А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, А.Ю. Логинов* // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике: материалы XVII междунар. науч.-практ. конф., (13-14 ноября 2018 г.). – Кемерово, 2018. – С. 278-282.
12. Способ определения эксцентриситета ротора асинхронного электродвигателя: пат. 2589743 Рос. Федерация: МПК7 G 01 R 31/34, H 02 K 17/16 / *А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, А.Ю. Логинов, В.В. Потапов*; заявитель и патентообладатель Иркут.гос. с.-х. акад. – № 2014125793/07; заявл. 25.06.2014; опубл. 10.07.2016, Бюл. № 19. – 6 с.

References

1. Bonnet V.V., Prudnikov A.YU. Statisticheskaya ocenka parametrov izmeneniya chastoty vrashcheniya rotora asinhronnogo dvigatelya [Statistical estimation of parameters for changing the rotor speed of an asynchronous motor] // Vestnik IrGSKHA. – 2017. – Vyp. 80. – pp. 125-130.
2. Bonnet, YA.V. et all Ocenka effektivnosti ispol'zovaniya asinhronnyh dvigatelej v sistemah ventilyacii ptichnikov [The evaluation of the efficiency of induction motors in the ventilation systems of poultry houses]/ YA.V. Bonnet, A.YU. Prudnikov // Nauchnye issledovaniya studentov v reshenii aktual'nyh problem APK: materialy vsenos. nauch.-prakt. konf., (14-15 marta 2019 g.): v 4 t. – Molodezhnyj, 2019. – T. 2. – pp. 14-20.
3. Karnauhov D.N., Muratov S.S., Rakoca I.A. Energoberegayushchaya sistema podderzhaniya mikroklimata v ptichnike [Energy-saving system for maintaining the microclimate in the poultry house] / nauch. ruk. A.YU. Loginov, V.V. Bonnet // Nauchnye issledovaniya i razrabotki k vnedreniyu v APK : materialy region. nauch.-prakt. konf. molodyh uchyonyh, (5 apr. 2017 g.). – Irkutsk, 2017. – pp. 189-195.

4. Kopylov I.P. Elektricheskie mashiny : ucheb.dlya vuzov [Electric machine] / I.P. Kopylov. – 2-e izd., pererab. i dop. – M. : Vyssh. shk., Logos, 2000. – 607 P.
5. Loginov A.YU., Prudnikov A.YU. Opisanie processa izmeneniya chastoty vrashcheniya rotora asinhronnogo dvigatelya s pomoshch'yu dinamicheskogo zvena vtorogo poryadka [Description of the process of changing the rotor speed of an asynchronous motor using a second-order dynamic link] // Vestnik IrGSKHA. – 2017. – Vyp. 81-2. – pp. 111-116.
6. Prudnikov A.YU., Bonnet V.V., Gerasimova M.N., Loginov A.YU., Potapov V.V. Opredeleniya ekscentrisiteta rotora asinhronnogo dvigatelya [Determination of the rotor eccentricity of an asynchronous motor] // Aktual'nye problemy energetiki APK : materialy VII mezhdunar. nauch.-prakt. konf., (18 apr. 2016 g.). – Saratov, 2016. – pp. 183-188.
7. Prudnikov A.YU., Bonnet V.V., Gerasimova M.N., Loginov A.YU., Potapov V.V. Diagnosticheskij kompleks issledovaniya raboty asinhronnogo dvigatelya v perekhodnyh rezhimakh [Diagnostic complex for studying the operation of an asynchronous motor in transient modes] // Aktual'nye problemy energetiki APK : materialy VII mezhdunar. nauch.-prakt. konf., (18 apr. 2016 g.). – Saratov, 2016. – P. 189.
8. Prudnikov A.YU., Bonnet V.V., Loginov A.YU. Avtomatizirovannaya sistema dlya diagnostiki ekscentrisiteta rotora asinhronnogo dvigatelya [Automated system for diagnosing the rotor eccentricity of an asynchronous motor] // Klimat, ekologiya, sel'skoe hozyajstvo Evrazii : materialy VII mezhdunar. nauch.-prakt. konf., (24-26 maya 2018 g.). – Irkutsk, 2018. – pp. 233-238.
9. Prudnikov A.YU., Bonnet V.V., Loginov A.YU. Analiz metodov opredeleniya rabotosposobnosti asinhronnykh elektrodvigatelej v processe ekspluatatsii [Analysis of methods for determining the performance of asynchronous motors during operation] // Aktual'nye problemy energetiki APK : materialy IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., (Saratov, 01 – 30 apr. 2013 g.). – Izhevsk, 2013. – pp. 273-276.
10. Prudnikov A.YU., Bonnet V.V., Loginov A.YU. Matematicheskaya model' asinhronnogo dvigatelya s ekscentrisitetom rotora [Mathematical model of asynchronous motor with rotor eccentricity] // Vestnik KrasGAU. – 2015. – no 6 (105). – pp. 94-97.
11. Prudnikov A.YU., Loginov A.YU., Bonnet V.V. Programma dlya opredeleniya ekscentrisiteta rotora asinhronnogo dvigatelya [Program for determining the rotor eccentricity of an asynchronous motor] // Sovremennye tendencii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva v mirovoj ekonomike: materialy HVII mezhdunar. nauch.-prakt. konf., (13-14 noyabrya 2018 g.). – Kemerovo, 2018. – pp. 278-282
12. Sposob opredeleniya ekscentrisiteta rotora asinhronnogo elektrodvigatelya: pat. 2589743 Ros. Federaciya: MPK7 G 01 R 31/34, H 02 K 17/16 [Method for determining the eccentricity of the rotor of an asynchronous motor] / A.YU. Prudnikov, V.V. Bonnet, A.YU. Loginov, V.V. Potapov; zayavitel' i patentoobladatel' Irkut.gos. s.-h. akad. – № 2014125793/07; zayavl. 25.06.2014; opubl. 10.07.2016, Byul. no 19. – 6 P.

Сведения об авторах

Табиханов Иннокентий Викторович - студент 1-го курса, направления подготовки 13.03.02 – Теплоэнергетика и теплотехника, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Иркутская обл., Иркутский р-он, п. Молодежный, ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, энергетический факультет) тел. 89041216961, e-mail: bsm2212@rambler.ru

Быкова Светлана Михайловна - старший преподаватель кафедры энергообеспечения и теплотехники. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Иркутская обл., Иркутский р-он, п. Молодежный, ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, энергетический факультет) тел. 89041216961, e-mail: bsm2212@rambler.ru

Information about authors

Tabihanov Innokentij Viktorovich - student of the 1st course, areas of training 13.03.02 – heat Power engineering. Irkutsk State Agricultural University named after A. A. Yezhevsky (664038, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, Irkutsk SAU, faculty of energy) tel. 89041216961, e-mail: bsm2212@rambler.ru

Bykova Svetlana Mikhailovna, Senior Lecturer, Department of Energy Supply and Heat Engineering. Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky (664038, Irkutsk Region, Irkutsk District, Settlement, FSBEI HE Irkutsk State Agricultura University named after AA Ezhevsky, Faculty of Energy), 89041216961, e-mail: bsm2212@mail.ru

УДК 621.311

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕТРОВОЙ И СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОНАХ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

С.А. Чураков, К.А. Мартынов, Булгаков В.Р., Г.В. Лукина

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

Базой современной энергетики являются традиционные способы получения энергии. Значительная часть территорий в России, в том числе и Байкальский регион, расположены в зонах, с дефицитом энергии. Становится очевидным факт необходимости использования в этих зонах альтернативных источников энергии. Наиболее перспективным является энергообеспечение рекреационных, туристических зон отдыха и заповедников, расположенных в зонах децентрализованного энергоснабжения. Неравномерность распределения энергии солнца и ветра рассматриваемого региона и существующий ряд явных проблем при их использовании, не снижает перспективы обеспечения энергией удаленных поселений и объектов инфраструктуры. Автономная энергетика позволяет повысить энергетическую независимость потребителей, надежность энергоснабжения, а также улучшить экологическую составляющую территорий.

Ключевые слова: энергия, солнечная энергия, ветровая энергия, ветропотенциал, энергетическая эффективность.

APPLICATION OF WIND AND SOLAR ENERGY IN RECREATIONAL ZONES OF THE BAIKAL REGION

**S.A. Churakov, K.A. Martynov, Bulgakov V.R.
Head - Ph.D., Associate Professor G.V. Lukina**

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

The basis of modern energy is traditional methods of obtaining energy. A significant part of the territories in Russia, including the Baikal region, are located in areas with energy shortages. It becomes obvious that alternative energy sources must be used in these zones. The most promising is the energy supply of recreational, tourist recreation areas and nature reserves located in areas of decentralized energy supply. Despite the fact that the potential of solar and wind energy is distributed unevenly, as well as there are a number of certain problems when using it, it is sufficient to provide energy to remote settlements and infrastructure facilities.

Autonomous energy allows to increase energy independence of consumers, reliability of energy supply, as well as to improve the environmental component of territories.

Keywords: energy, solar energy, wind energy, wind potential, energy efficiency.

Байкальский регион обладает достаточно большим энергетическим потенциалом и является территорией для активного развития туризма, что требует увеличения количества, размеров и обустройства туристических зон. Однако для развития отдаленных зон необходимо решить ряд народнохозяйственных, общеэкономических и энергетических вопросов. При развитии рассматриваемых зон возникают экологические проблемы, т.к. массовый отдых и активное заселение территорий сопровождается негативным воздействием на них.

Цель - использование АИЭ для удаленных рекреационных территорий. Основным центром туризма и зон отдыха региона является прибрежная полоса озера Байкал, включающая в себя территорию Иркутской области и Республики Бурятия, большая часть которых расположена в зонах, характеризующихся дефицитом электроэнергии, не имеющих централизованных систем электроснабжения. В этой ситуации вопрос активного использования альтернативных источников энергии (АИЭ) для выработки электроэнергии и тепла становится актуальным, что также позволяет уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Поэтому, необходимость применения рассматриваемых источников энергии в удаленных зонах очевидна и именно этим энергетическим установкам с экологически чистой составляющей в современном мире рекомендуется уделить особое внимание.

Оценка экономического потенциала АИЭ Байкальского региона составляет в целом до десяти тыс. т.у.т. в год. Средний поток солнечной радиации региона характеризуется значением в 1350 кВтч/м² в год, в летнее время - более 4.5 кВтч/м². Ресурс энергии ветра доходит до 700–800 Вт/м² в год при среднегодовых величинах скорости ветра на открытой площадке региона менее 5.5 м/с, в горных районах - до 9–10 м/с [1]. Потенциал АИЭ рассматриваемого региона дает перспективу для создания и внедрения местных источников возобновляемой энергетики, что позволит технически и экономически выгодно использовать небольшие по мощности установки [1, 2].

В качестве примера в данной статье предлагается рассмотреть электроснабжение поселка МРС (Сахюрта), который располагается в проливе Ольхонские ворота, отделяющим остров Ольхон от материка. Тип рельефа – складчато-глыбовые низкие горы. Склоны - гористые, с обрывистыми уступами в основании. Рельеф мелкохолмистый. Амплитуды сезонных и суточных колебаний температуры и влажности воздуха значительно уменьшаются и запаздывают примерно на месяц от даты наступления крайних значений температуры воздуха, как в теплом, так и в холодном полугодиях. Максимальная скорость ветра наблюдается в ноябре, декабре, апреле и мае, а минимальная - в феврале и июле. Фактические максимальные

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

скорости ветра зафиксированы на уровне 45 - 50 м/с в ноябре и декабре. На территории поселка расположены туристические базы отдыха, на территории проживает около 250 человек.

Надежное электроснабжение необходимо для роста и развития всех вопросов жизнедеятельности поселка, туристических баз отдыха с увеличением потребления электроэнергии с 1 млн. кВт·ч до 5.5 млн. кВт·ч. С этой целью в свое время было принято решение о подключении рассматриваемых потребителей к энергосистеме Иркутской области. Электропитание потребителей осуществляется от действующей ПС 35/10 кВ, получающей электроэнергию от ПС 110/35/10 кВ по одноцепной ВЛ 35 кВ. Протяженность ВЛ составляет 89 км. Для решения вопроса более надежного и экономичного электроснабжения предлагается рассмотреть автономную схему электропитания от ветроэнергетической установки (КЭС ВРТБ) производства Болотова ВРТБ (Казахстан и Россия), тип – КЭС ВРТБ-10кВт, номинальной мощностью – 10 кВт (рис.).

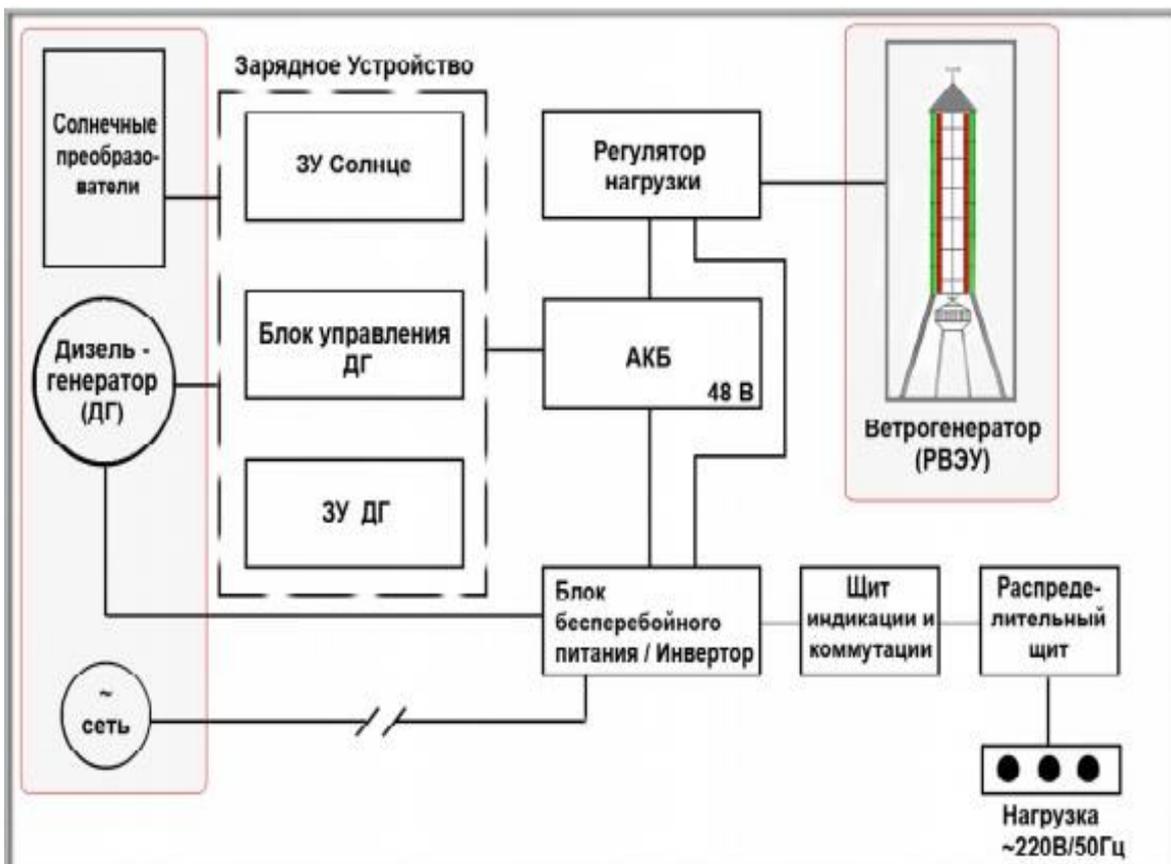


Рисунок 1 - Структурная схема энергетической системы электроснабжения автономных объектов

Вертикально осевая роторная турбина (ВРТБ) имеет большой момент старта; рабочая скорость составляет более 3 м/с без ограничений до 45 м/с; возможность работы при ветрах разных направлений и скоростях без настроечных операций и т.д. В комплект устройства входят солнечные преобразователи и аккумуляторные батареи, зарядные интеллектуальные

элементы и средствами защиты для целей обеспечения надёжной подачи электрической энергии потребителям [3].

Требования энергетической политики РФ предусматривают освоение экологически безопасных энергетических установок при сочетании централизованного и децентрализованного энерго- и теплоснабжения, при этом на развивающихся территориях энергетические системы должны быть естественно встроены в органичную систему, гарантируя необходимость в энергии при допустимых экономических и экологических затратах на изготовление энергоносителей. Экологические преимущества альтернативной энергетики становятся особо важными при снижении выбросов парниковых газов, возникающих при сжигании обычного топлива. В силу природоохранной выигрешности ВИЭ имеют довольно хорошее будущее по их использованию в районах с зонами активно-массового отдыха населения на оз. Байкал, а также других территориях.

Преимущество АИЭ характеризуется тем, что возведение этих установок в сравнении с централизованными источниками не требуют больших вложений и продолжительного строительства на изучаемых рекреационных территориях и зонах отдыха. Все это делает использование ВИЭ весьма привлекательными не с точки зрения количественного вытеснения других видов топливно-энергетических ресурсов, а в силу их особой значимости для определенных удаленных территорий.

Выводы: Применение возобновляемой энергетики очевидно. Этим энергетическим установкам с экологически чистой составной частью рекомендуется уделять в регионе большее внимание. Анализ теоретически рассчитанного потенциала возобновляемой энергетики дает возможность оптимистично утверждать, что регион является перспективным для внедрения автономных источников возобновляемой энергии. При этом можно отметить, что даже при неравномерном распределении потенциала энергии ветра и солнца, он достаточен для обеспечения энергией удаленных сельских поселений и объектов туристической инфраструктуры.

Следует отметить, что вопросы проектирования источников энергии требуют более детального рассмотрения проблемы непосредственного расположения ВЭУ с учетом минимального воздействия на окружающую среду.

Список литературы

1. *Воропай Н.И.* Возобновляемые источники энергии / *Н.И. Воропай, З.А. Стычинский.* – Магденбург, 2010. – 387 с.
2. *Шаймарданов Т.Ж.* Электроснабжение острова Ольхон с использованием ветроэнергетических установок. / *Т.Ж. Шаймарданов, А.С. Петров, С.И. Бондаренко // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием.* – Иркутск, ИРНТУ, 2016. – с.64-69.
3. *Григораш О.В.* Автономные источники электроэнергии: Состояние и перспективы / *О. В. Григораш, С. В. Божко, А. Ю. Попов* и др. – Краснодар 2012. с. 174.

References

1. Voropaj N.I. et all *Vozobnovlyayaemyeistochnikienergii* / N.I. Voropaj, Z.A. Stychinskij. – Magdenburg, 2010, – 387 P.
2. SHajmardanov T.ZH., Petrov A.S., Bondarenko S.I. *ElektrosnabzhenieostrovaOl'hon s ispol'zovaniemvetroenergeticheskikhustanovok.* / Povyshenieeffektivnostiproizvodstva i ispol'zovaniyaenergii v usloviyahSibiri. MaterialyVserossijskojnauchno-prakticheskoykonferencii s mezhdunarodnymuchastiem. 2016.
3. Grigorash O.V. et all *Avtonomnyeistochnikielektroenergii: Sostoyanie i perspektivy* / O. V. Grigorash, S. V. Bozhko, A. YU. Попов i dr. – Krasnodar 2012. P. 174.

Сведения об авторах

Чураков Семен Алексеевич– студент. 2-го курса, направления подготовки 13.03.02, энергетический факультет, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный, тел. 7(983)446-00-36, e-mail:Sem.curakov@yandex.ru.

Мартынов Константин Андреевич - студент. 2-го курса, направления подготовки 13.03.02, энергетический факультет, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный, тел. 89248331024, e-mail:1806urigh@mail.ru.

Булгаков Владимир Русланович - студент. 2-го курса, направления подготовки 13.03.02, энергетический факультет, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный, тел. 89085973503, e-mail: Volodya.bulgakov.1980@mail.ru

Лукина Галина Владимировна – к.т.н., доцент кафедры электроснабжения и электротехники, энергетический факультет,Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный. Тел.89501104960, e-mail: lukinagv@yandex.ru.

Information about the authors

Churakov Semyon Alekseevich -student. 2nd year, areas of training 13.03.02, faculty of energy, Irkutsk state agrarian University named after A. A. Yezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Youth village, tel. 7(983)446-00-36, e-mail: Sem.curakov@yandex.ru.

Martynov, Konstantin Andreyevich - student. 2nd year, areas of training 13.03.02, faculty of energy, Irkutsk state agrarian University named after A. A. Yezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Youth village, tel. 89248331024, e-mail: 1806urigh@mail.ru.

Bulgakov Vladimir Ruslanovich-student. 2nd year, areas of training 13.03.02, faculty of energy, Irkutsk state agrarian University named after A. A. Yezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Youth village, tel. 89085973503, e-mail: Volodya.bulgakov.1980@mail.ru 4. GalinaLukina-candidateoftechnicalSciences,

Galina Lukina-Ph. D., associate Professor of the Department of power supply and electrical engineering, faculty of energy, Irkutsk state agrarian University named after A. A. Yezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny village. Tel. 89501104960, e-mail: lukinagv@yandex.ru .

УДК 551.524.37

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДОЖДЕВАНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ РАДИАЦИОННЫХ ЗАМОРОЗКОВ

Чурин А.В., Кузнецов Б. Ф.

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

Современные сельскохозяйственные технологии достигли впечатляющих результатов, однако, аграрное производство до сих пор во многом зависит от погодных условий в вегетационный период. Одним из наиболее значимых природных явлений оказывающий значительное влияние на продуктивность культурных растений является понижение температур, приводящих к замерзанию культур на разных стадиях роста и развития. Обнаружение и прогнозирование одного из опасных видов заморозков, радиационных заморозков, до сих пор является сложной задачей и требует своего решения. Выполнив анализ существующих методов защиты растений от этого типа заморозков, авторы пришли к выводу, что одним из наиболее приемлемых вариантов в условиях Прибайкалья является дождевание. Предложена автоматическая система дождевания, позволяющая защитить растения от радиационных заморозков.

Ключевые слова: радиационные заморозки, методы защиты, автоматическое дождевание

USING THE AUTOMATIC RAINING SYSTEM FOR PROTECTION FROM RADIATION FREEZING

Churin A. V., Kuznetsov B.F.

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

Modern agricultural technologies have achieved impressive results, however, agricultural production is still largely dependent on weather conditions during the growing season. One of the most significant natural phenomena that have a significant impact on the productivity of cultivated plants is the lowering of temperatures that lead to freezing of crops at different stages of growth and development. Detection and prediction of one of the dangerous types of frost - radiation frosts is still a difficult task and requires its solution. After analyzing the existing methods of plant protection against this type of frost, the authors came to the conclusion that one of the most acceptable options in the Baikal region is sprinkling. An automatic sprinkling system is proposed, which allows protecting plants from radiation frosts.

Keywords: radiation freezing, protection methods, automatic sprinkling

Введение. Основная роль современной агрометеорологии заключается в обеспечении данными, доступными для анализа, которые позволят вовремя принять меры для решения проблем, связанных с разнообразными погодными и климатическими явлениями в сельскохозяйственном производстве. Агрономическая метеостанция, расположенная в конкретной местности, а именно на территории Иркутской области, позволяет получать информацию о погодных условиях и выявлять микроклимат [3, 4, 8]. Большие повреждения сельскохозяйственных культур происходят во время

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

понижения температуры окружающей среды, в результате которого наступают заморозки [10].

Известно два основных типа заморозков, обусловленных различными физическими процессами. Адвективные заморозки связаны с передвижением холодных масс воздуха из других районов. Радиационные заморозки возникают вследствие интенсивного ночного излучения подстилающей поверхности. При одновременном воздействии обоих факторов возникают заморозки смешанного типа [5 - 7, 10].

Скрытый заморозок относится к радиационному типу заморозков и является более опасным. Такой заморозок возникает в тихие, ясные ночи при относительно низких среднесуточных температурах и интенсивном ночном излучении. Их уровень существенно зависит от форм рельефа. В физической модели радиационного выхолаживания поверхности такой тип заморозка может возникать в приповерхностном слое воздуха, т.е. в слое нахождения вегетирующих растений. Поэтому при радиационных заморозках повреждаются в основном растения, расположенные на пониженных местах вогнутых форм рельефа [7].

Заморозки этого типа ограничиваются продолжительностью ночи и могут длиться до 5–6 ч. Таким образом, радиационные заморозки представляют большую опасность для сельскохозяйственных культур. Для использования различных методов защиты от замерзания необходимо также учитывать физические, химические и биологические факторы, связанные с морозостойкостью сельскохозяйственных и садоводческих растений [6].

Внутриклеточное замораживание или прямое повреждение от замерзания происходит, когда внутри клетки образуются кристаллы льда. Внеклеточное замораживание или косвенное повреждение происходит, когда лёд образуется внутри растений, т.е. вне клеток, тем самым нанося травму растениям.

Таблица 1 – Критические температуры повреждения для сельскохозяйственных культур

<i>Название культуры</i>	<i>Критическая температура повреждения, [°C]</i>
Капуста	–0.9
Морковь	–1.4
Сладкий перец	–0.7
Картофель (ранний и поздний урожай)	–0.8
Томат	–0.5
Корень репы	–1.0
Яровая пшеница	От –1 до –2
Овес	
Ячмень	

Замораживание живых тканей останавливает развитие растений, иногда вызывает их частичную или полную гибель. В период цветения и завязывания плодов опасны температуры 0°C и ниже в течение более 4 часов.

В таблице представлены критические температуры для нескольких сельскохозяйственных культур, возделываемых в Иркутской области. Холодостойкость растений и органов одного и того же вида отличается. Цветы и завязи плодовых деревьев, кустарников, овощей, ягодных культур наиболее подвержены гибели из-за снижения температуры.

Для защиты урожая реализуют несколько методов, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Например, к активным методам защиты от заморозков относят: обогрев, дымление, обдувание, формирование укрытий, поверхностное орошение, дождевание и т.д. [10].

Активные методы защиты. Значения температуры предоставляют некоторую информацию о том, когда начинать, либо останавливать активные методы защиты от замерзания, и их следует использовать с осторожностью. К распространенному методу защиты сельскохозяйственных культур от радиационных заморозков относится задымление.

Повышение температуры подстилающей поверхности и приземного слоя воздуха под дымовой завесой обусловлено комплексом факторов: обогревом воздуха при горении дымообразующих веществ, конденсацией водяного пара в воздухе с выделением тепла, уменьшением эффективного излучения. В то же время дымовая завеса в утренние часы, закрывая растения от прямых солнечных лучей, способствует более медленному и равномерному оттаиванию тканей растений, если они подмерзли, и уменьшению степени повреждения.

Дымовая завеса образуется вследствие температурной инверсии в приземном слое атмосферы. Дым, охлаждаясь в нижнем слое воздуха, быстро теряет подъемную силу и внутри слоя инверсии начинает растекаться в горизонтальном направлении. К недостаткам такого метода относят загрязнение атмосферного воздуха, а также оседание продуктов неполного сгорания на растения, что приводит к ухудшению их фотосинтетической деятельности.

Для укрывного метода защиты растений применяют различные светопрозрачные материалы (пленку, стеклянные колпаки), тканые и натканые материалы.

Действенным методом считается обдувание с помощью, так называемых ветряков, установленных на небольшой высоте над плодовыми культурами. Происходит перемешивание более холодного приземного слоя воздуха с верхним, более теплым, что разрушает температурную инверсию.

К достаточно эффективному способу защиты растений от заморозков относят дождевание, которое производится с помощью установок различных конструкций [1, 2]. Различают два типа дождевания: предзаморозковое (за несколько часов до заморозка) и противозаморозковое (непосредственно в период отрицательных, но не критических температур). Результативность этого способа основана на увеличении теплопроводности почвы и повышении температуры точки росы. Перед сельским хозяйством Иркутской

области стоит задача технического перевооружения [9]. Использование автоматического дождевания позволит производителям повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

Система автоматического дождевания. Так как радиационные заморозки проявляются в тихие ясные ночи и затрагивают только приземный слой почвы, эффективным методом защиты станет автоматизированное дождевание [1].

Противозаморозковое дождевание дает возможность защищать растение даже от сильных заморозков (до -8°C). Действие его основано на том, что при дождевании теплая вода, охлаждаясь, выделяет много тепла. Еще больше тепла выделяется при превращении воды в лед. Кроме того, ледяная корочка, образуемая на растении, уменьшает его радиационное охлаждение - излучающей поверхностью будет ледяной «панцирь».

Система автоматического дождевания – это особый технический комплекс, который самостоятельно способен обеспечить равномерный и регулярный полив определенной территории.

Система относится к категории так называемых ландшафтных поливов, которые состоят из специальных оросителей, различных клапанов, кранов, шлангов, насоса и основного центра управления – небольшого контроллера (Arduino), который определяет необходимость полива и действует согласно заложенной в него программе. На рисунке 1 представлена принципиальная схема автоматического дождевания, реализованная на платформе Arduino.

Система автоматического полива работает по определенному графику, который вносится в программу управления.

Автоматизированное дождевание включает в себя комплекс датчиков, таких как, датчик влажность почвы и датчик температуры воздуха. Датчик влажности предназначен, для того чтобы не залить растения, а датчик температуры позволяет отслеживать действительные температуры в приземном слое.

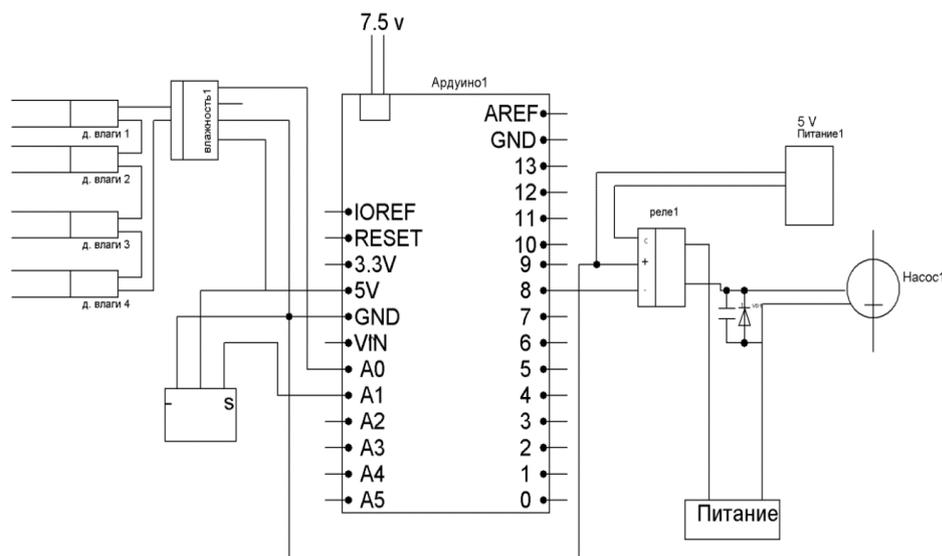


Рисунок 1 - Принципиальная схема автоматического дождевания

С помощью автоматического дождевания почва увлажняется равномерно и на необходимую глубину, выдерживаются различные нормы полива, без контроля человека.

Очень важно то, что благодаря такому способу структура почвы не нарушается, а также повышается влажность почвы, и приземного слоя воздуха. Дождевание можно применять на участках с неровным рельефом, небольшим залеганием грунтовых вод и с легкими супесчаными почвами.

Автоматическая система полива имеет достаточно высокую стоимость, т.к. для этого необходимы шланг, пульт, датчики, поливочные головки, электромагнитные клапана. К тому же, без определенных знаний технологии монтажа элементов полива никак не обойтись.

Заключение. Радиационные заморозки являются характерным и достаточно опасным погодным явлением для сельского хозяйства Иркутской области. Они обусловлены интенсивным охлаждением деятельной поверхности в результате излучения в ясные тихие ночи при невысоком уровне средних суточных температур воздуха, что усложняет их предсказание. Однако существуют активные методы защиты от заморозков, в том числе и от радиационных. Одним из эффективных способов защиты от радиационных заморозков считается автоматическая система полива растений, в частности, дождевание.

Автоматическая система полива растений на базе контроллера Arduino, является простой и удобной в использовании. Однако датчики имеют чувствительную калибровку.

Список литературы

1. *Алиев З.Г.* Предпосылки в создание систем дистанционно – автоматизированного управления в процессах импульсного дождевания /*З.Г. Алиев.* // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. Изд-во Издательский дом «Академия естествознания» с. 238-242.
2. *Губер К. В.* Ресурсосберегающие технологии и конструкции оросительных систем при дождевании /*К.В. Губер* //Изд-во Всероссийский научно- исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. 2000. – с. 5-8
3. *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
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 /*Б.Ф. Кузнецов* // Актуальные вопросы аграрной науки. Научно-практический журнал. – 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»

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

посвященной памяти А.А. Ежевского (15-16 ноября 2018 г.). – Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ, 2018. –370 с.–С. 186-194.

7. Матвеев Л. Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы /Л.Т. Матвеев - Л.: Гидрометеиздат, 1984. –752 с

8. 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.

9. Поляков Г.Н., Шуханов С.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. №45. – С. 52-57.

10. Snyder R. L, Melo-Abreu J. P. Frost Protection: fundamentals, practice and economics // FAO Environment and Natural Resources Service Series, No. 10 - FAO, volume 1, Rome, 2005 – P. 224.

References

1. Aliyev Z.G. Predposylki v sozdaniye system distantsionno – avtomatizirovannogo upravleniya v protsessakhimpul'snogo dozhdevaniya // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh I fundamental'nykh issledovaniy. Izd-voIzdatel'skiydom «Akademiya yestestvoznaniya» pp. 238-242.

2. GuberKirillVadimovichResursosberegayushchiyetekhnologiiikonstruktsiiorositel'nykhsistempridozhdevanii //Izd-voVserossiyskiynauchno-issledovatel'skiyinstitutgidrotekhnikiimelioratsiimeniA.N. 2000. – pp. 5-8.

3. KlibanovaYU. YU. KuznetsovB. F. Proyektyirazbotkivoblastitsifrovogosel'skogokhozyaystva, realizuyemyenaenergeticheskofakul'teteIrkutskogoGAU // Aktual'nyyevoprosy agrarnoyнауки. Izd-voIrkutskogo GAU,- 2019. no31 - pp. 56-63.

4. Kuznetsov B. F., Klibanova YU. YU. Izmeritel'naya sistema sboradannykh dlya prognozirovaniya radiatsionnykh zamorozkov // Materialy VIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Klimat, ekologiya, sel'skoyekhozyaystvo Yevrazii», Irkutsk 23-24 maya 2019 g. –Irkutsk: Izd-voIrkutskiy GAU, 2019 - pp. 31-37.

5. KuznetsovB.F.Postanovka zadachi prognozirovaniya zamorozkov naosnovelokal'nykh meteodannykh // Aktual'nyye voprosy agrarnoy nauki. Nauchno-prakticheskyy zhurnal. –2018. –No 27. –pp. 57-64.

6. KuznetsovB.F., KlibanovaYU.YU. Fizicheskiyeosnovymatematicheskayamodel'voznikoveniyaradiatsionnykh zamorozkov // MaterialyVserossiyskoynauchno-prakticheskoykonferentsiimezhdunarodnymuchastiyem «Problemyiperspektivyustoychivogorazvitiyaagropromyshlennogokompleksa» posvyashchennoypamyatiA.A. Yezhevskogo (15-16 noyabrya 2018 g.). –Irkutsk: Izd-voIrkutskiyGAU, 2018. .–pp. 186-194.

7. Matveyev L. T. Kursobshcheymeteorologii. Fizikaatmosfery. – L.: Gidrometeoizdat, 1984. –752 P.

8. Perfil'yev V. A. Kuznetsov B. F., Klibanova YU. YU. Ustroystvoizmereniyaradiatsionnogobalansadlyaprognozirovaniyavoznikoveniyaradiatsionnykh zamorozkov // «Nauchnyyeissledovaniyastudentov v resheniiaktual'nykh problem APK» – Irkutsk: Izd-voIrkutskogo GAU, – 2019 – pp. – 91–97.

9. PolyakovG.N., SHuhanovS.N. SostoyanieitendentsiitekhnicheskogoobespecheniyaAPKIrkutskojoblasti. Izvestiyamezhdunarodnojakademiiagrarnogoobrazovaniya // Izd-vo: Sankt-Peterburgskoeregional'noeotdelenieMezhdunarodnojobshchestvennojorganizacii

"Mezhdunarodnayaakademiyaagrarnogoobrazovaniya" (Sankt-Peterburg), – 2019. no 45. – pp. 52-57.

10. Snyder R. L., Melo-Abreu J. P. Frost Protection: fundamentals, practice and economics // FAO Environment and Natural Resources Service Series, No. 10 - FAO, volume 1, Rome, 2005 – R.224

Сведения об авторах

Чурин Александр Васильевич - студент 3 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)

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

Churin Alexander Vasilievich—3rd 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)

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 (Molodezhny, Irkutsk District, Irkutsk Region, Russia, 664038, tel. 89021723331, e-mail: kuznetsovbf@gmail.com).

УДК 621.3.07

**АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Матвеев Р.В., Матвеева В.Ю., Шистеев А.В.

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

В настоящее время асинхронные электродвигатели пользуются огромным спросом на производственных предприятиях. Российские и зарубежные компании используют около 80% вырабатываемой электроэнергии для питания электродвигателей разных производственных деятельностей, и поэтому стабильность работы электродвигателей играет большую роль в крупной промышленности. Асинхронные электродвигатели уже давно на практике показали свою выносливость и простоту использования а также низкую стоимость. Но в процессе эксплуатации возникают различные повреждения элементов двигателя, что приводит к преждевременной поломке и выходу из строя. В настоящее время стало уделяться большое внимание контролю асинхронных двигателей по состоянию, а не по системе планово-предупредительного ремонт. Проведенный анализ неисправностей показал на необходимость развития современных способов диагностирования электродвигателей.

Ключевые слова: электродвигатель, диагностика, эксплуатация, надежность.

**ANALYSIS OF THE RELIABILITY OF THE WORK OF
ASYNCHRONOUS ENGINES IN AGRICULTURE**

Matveev R.V., Matveeva V.Yu., Shisteev A.V.

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

Currently, asynchronous motors are in great demand at manufacturing enterprises. Russian and foreign companies use about 80% of the generated electricity to power electric motors of various production activities, and therefore the stability of electric motors plays a big role in large-scale industry. Asynchronous electric motors have long been shown in practice their endurance and ease of use as well as low cost. But in the process of operation, various damage to the engine elements occurs, which leads to premature failure and failure. Currently, much attention has been paid to monitoring asynchronous motors by condition, and not by the preventive maintenance system. The analysis of faults showed the need for the development of modern methods for diagnosing electric motors.

Key words: electric motor, diagnostics, operation, reliability.

В настоящее время асинхронные электродвигатели пользуются огромным спросом на производственных предприятиях. Российские и зарубежные компании используют около 80% вырабатываемой электроэнергии, для питания электродвигателей разных производственных деятельности, и поэтому стабильность работы электродвигателей играет большую роль в крупной промышленности. Периодическая проверка и диагностика оборудования дает своевременно выявить причины неисправностей и не довести до полной поломки электродвигателя. [5]

В настоящее время стало уделяться большое внимание контролю асинхронных двигателей по состоянию, а не по системе планово-предупредительного ремонта, так как в этом случае производится ремонт только тех двигателей, которым он нужен, что позволяет предупредить внезапные отказы, а так же повышает технико-экономические показатели использования[2,3,4].

Асинхронные электродвигатели уже давно на практике показали свою выносливость и простоту использования а также низкую стоимость. Но в процессе эксплуатации возникают различные повреждения элементов двигателя, что приводит к преждевременной поломке и выходу из строя.

Основными источниками развития повреждений асинхронного двигателя являются: (рисунок 1):

- перегрузка или перегрев статора электродвигателя - 31%;
- межвитковое замыкание - 15%;
- повреждения подшипников - 12%;
- повреждение обмоток статора или изоляции - 11%;
- неравномерный воздушный зазор между статором и ротором - 9%;
- работа электродвигателя на двух фазах - 8%;
- обрыв или ослабление крепления стержней в беличьей клетке - 5%;
- ослабление крепления обмоток статора - 4%;
- дисбаланс ротора электродвигателя - 3%;
- несоосность валов - 2%.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

Причин возникновения неисправностей несколько [7, 8]:

- ошибки при ремонте электродвигателей;
- неправильная подборка аппаратов защиты (тепловые реле, автоматические выключатель и т.д. вследствие чего двигатели выходят из строя раньше своего срока службы);
- тяжелые условия пуска;
- агрессивные среды.

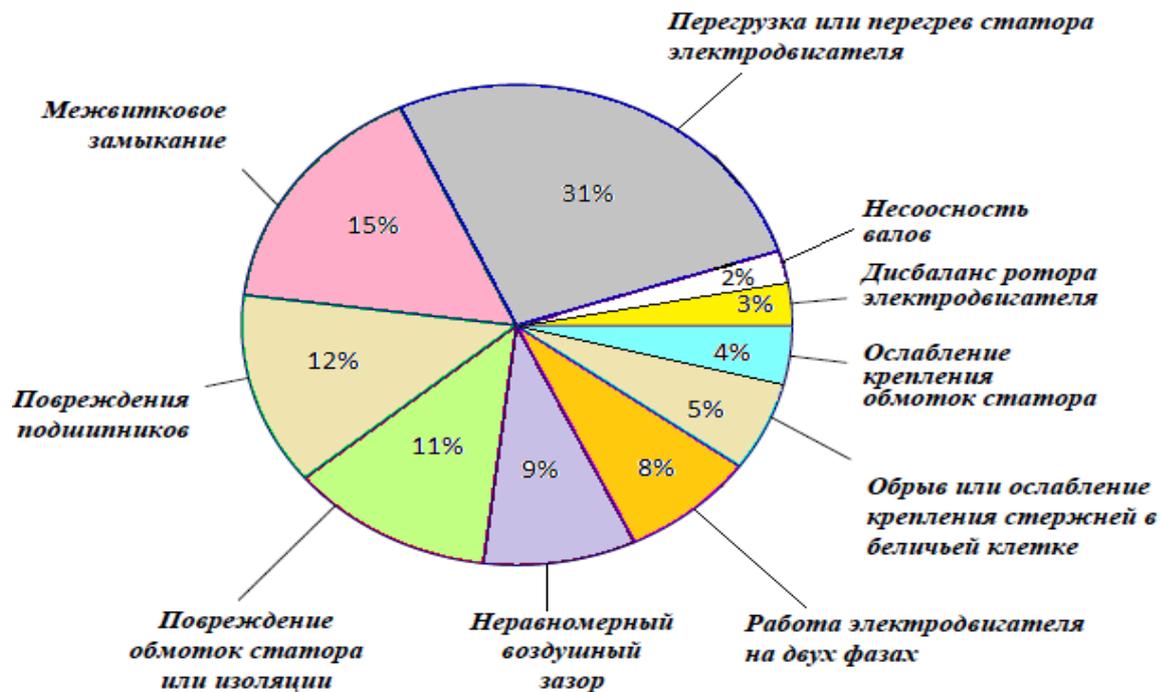


Рисунок 1 - Анализ неисправностей асинхронных двигателей

Нами был проведен анализ видов неисправностей асинхронных двигателей в СХПАО «Белореченское». В ходе исследований была рассмотрена статистика отказов как по видам неисправностей, так и по мощности (рисунок 2).

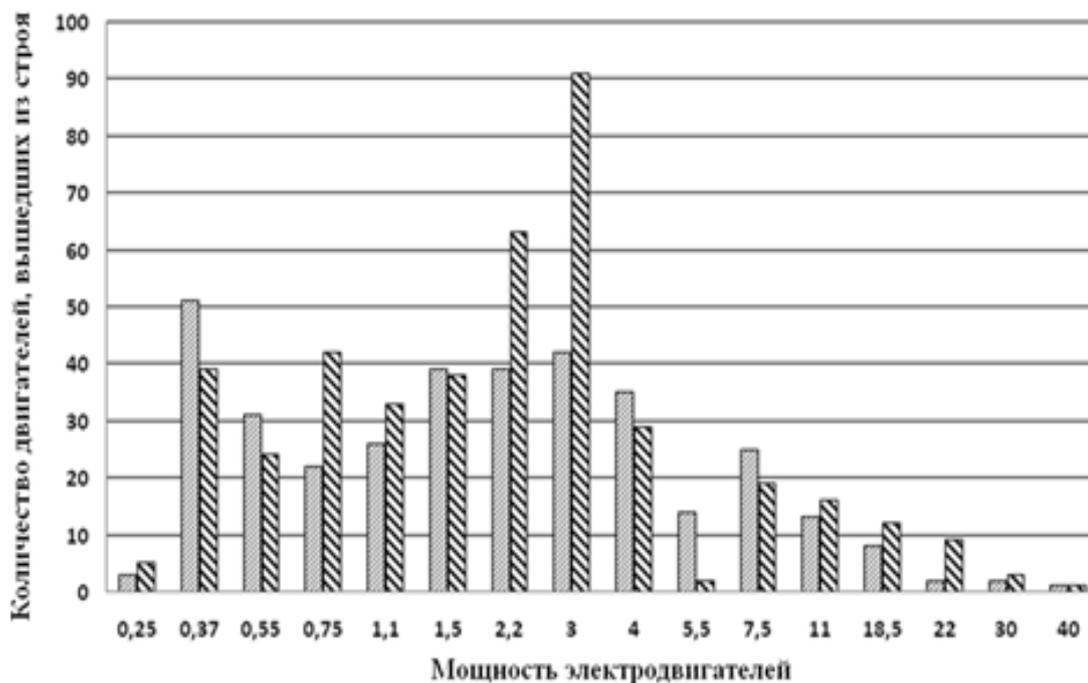


Рисунок 2 - Количество отказав асинхронных двигателей СХПАО «Белореченское»

Из анализа неисправностей асинхронных двигателей следует, что чаще всего выходят из строя двигатели малой и средней мощности. Технологическими процессами, в которых происходит наибольший отказ электродвигателей, являются навозоудаление в коровниках, пометоудаление в птичниках, вентиляция в птичниках [1,6].

На производстве внезапный выход из строя электродвигателей может привести к неприятным последствиям. Важно выявить любой дефект на ранней стадии, исключить возможность возникновения серьезных повреждений электродвигателя. Технической диагностика должна включать в себя полное техническое состояние электродвигателей, поиск неисправностей, повреждений, определение дефектов и оценку остаточного ресурса работы оборудования. Для предприятий, осуществляющих специализированное обслуживание и ремонты электродвигателей, задача проведения диагностики электродвигателей остается актуальной [9,10]. При этом разработка современных методов диагностирования технического состояния и режима работы асинхронных электродвигателей, позволяющих предотвратить возникновение аварийных ситуаций на промышленных предприятиях, является одним из приоритетных направлений исследований.

Список литературы

1. *Боннет В.В.* Статистическая оценка параметров изменения частоты вращения ротора асинхронного двигателя / *В.В. Боннет, А.Ю. Прудников* // Вестник ИрГСХА. – 2017. – Вып. 80. – С. 125-130.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

2. *Боннет В.В.* Определение оптимального уровня технического состояния асинхронного двигателя / *В.В. Боннет, А.Ю. Логинов, В.В. Потапов* // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 8 (71). – С. 163-166.
3. *Боннет В.В.* Уровень технического состояния асинхронного двигателя и его влияние на надежность функционирования производственного процесса / *В.В. Боннет, А.Ю. Логинов, В.В. Потапов* // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 9 (72). – С. 200-203.
4. *Котеленец, Н. Ф.* Испытания и надежность электрических машин: учеб. пособие для вузов по спец. «Электромеханика» / *Н. Ф. Котеленец, Н. Л. Кузнецов.* – М. : Высш. шк., 1988. – 232 с.
5. *Петухов В.С.* Диагностика состояния электродвигателей. Метод спектрального анализа потребляемого тока / *В.С. Петухов* // Новости Электротехники. – 2005. – № 1 (31). – С. 23-28
6. *Прудников А.Ю.* Определения эксцентриситета ротора асинхронного двигателя / *А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, М.Н. Герасимова, А.Ю. Логинов, В.В. Потапов* // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы VII междунар. науч.-практ. конф., (18 апр. 2016 г.). – Саратов, 2016. – С. 183-188.
7. *Прудников А.Ю.* Аппаратный комплекс для исследования работы асинхронного двигателя / *А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, М.Н. Герасимова, А.Ю. Логинов, В.В. Потапов, И.А. Ракоца* // Вестник Ангарского государственного Технического университета. – 2016. – № 10. – С. 63-65.
8. *Прудников А.Ю.* Амплитуда колебаний частоты вращения ротора как параметр оценки эксцентриситета ротора асинхронного двигателя / *А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, М.Н. Герасимова, А.Ю. Логинов, И.А. Ракоца* // Вестник Ангарского государственного технического университета. – 2016. – № 10. – С. 70-73.
9. *Прудников А.Ю.*, Анализ методов определения работоспособности асинхронных электродвигателей в процессе эксплуатации / *А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, А.Ю. Логинов* // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., (Саратов, 01 – 30 апр. 2013 г.). – Ижевск, 2013. – С. 273-276.
10. *Синельников А.М.* Анализ методов диагностики неисправностей электрических машин / *А.М. Синельников, В.В. Боннет* // Вестник ИрГСХА. – 2008. – Вып. 30. – С. 111-114.

References

1. Bonnet V.V. et all Statisticheskaya ocenka parametrov izmeneniya chastoty vrashcheniya rotora asinhronngo dvigatelya / *V.V. Bonnet, A.YU. Prudnikov* // Vestnik IrGSKHA. – 2017. – Вып. 80. – pp. 125-130.
2. Bonnet V.V. Opredelenie optimal'nogo urovnya tekhnicheskogo sostoyaniya asinhronnogo dvigatelya / *V.V. Bonnet, A.YU. Loginov, V.V. Potapov* // Vestnik KrasGAU. – 2012. – no 8 (71). – pp. 163-166.
3. Bonnet V.V. Uroven' tekhnicheskogo sostoyaniya asinhronnogo dvigatelya i ego vliyanie na nadezhnost' funkcionirovaniya proizvodstvennogo processa / *V.V. Bonnet, A.YU. Loginov, V.V. Potapov* // Vestnik KrasGAU. – 2012. – no 9 (72). – pp. 200-203.
4. Kotelenec, N. F. Ispytaniya i nadezhnost' elektricheskikh mashin: ucheb. posobie dlya vuzov po spec. «Elektromekhanika» / *N. F. Kotelenec, N. L. Kuznecov.* – M. : Vyssh. shk., 1988. – 232 P.
5. Petuhov V.S. Diagnostika sostoyaniya elektrodvigatelej. Metod spektral'nogo analiza potrebyaemogo toka / *V.S. Petuhov* // Novosti Elektrotekhniki. – 2005. – no 1 (31). – pp. 23-28
6. Prudnikov A.YU. Opredeleniya ekscentrisiteta rotora asinhronnogo dvigatelya / *A.YU. Prudnikov, V.V. Bonnet, M.N. Gerasimova, A.YU. Loginov, V.V. Potapov* // Aktual'nye problemy

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

energetiki APK : materialy VII mezhdunar. nauch.-prakt. konf., (18 apr. 2016 g.). – Saratov, 2016. – S. 183-188.

7. Prudnikov A.YU. Apparatnyj kompleks dlya issledovaniya raboty asinhronnogo dvigatelya / A.YU. Prudnikov, V.V. Bonnet, M.N. Gerasimova, A.YU. Loginov, V.V. Potapov, I.A. Rakoca // Vestnik Angarskogo gosudarstvennogo Tekhnicheskogo universiteta. – 2016. – no 10. – pp. 63-65.

8. Prudnikov A.YU. Amplituda kolebanij chastoty vrashcheniya rotora kak parametr ocenki ekscentrisiteta rotora asinhronnogo dvigatelya / A.YU. Prudnikov, V.V. Bonnet, M.N. Gerasimova, A.YU. Loginov, I.A. Rakoca // Vestnik Angarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2016. – no 10. – pp. 70-73.

9. Prudnikov A.YU., Analiz metodov opredeleniya rabotosposobnosti asinhronnyh elektrodvigatelej v processe ekspluatatsii / A.YU. Prudnikov, V.V. Bonnet, A.YU. Loginov // Aktual'nye problemy energetiki APK : materialy IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., (Saratov, 01 – 30 apr. 2013 g.). – Izhevsk, 2013. – pp. 273-276.

10. Sinel'nikov A.M. Analiz metodov diagnostiki neispravnostej elektricheskikh mashin /A.M. Sinel'nikov, V.V. Bonnet// Vestnik IrGSKHA. – 2008. – Vyp. 30. – pp. 111-114.

Сведения об авторах

Матвеев Роман Вахрамеевич – магистрант 2 года обучения энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 8924603697, e-mail: slogin1987@gmail.com).

Матвеева Валентина Юрьевна – магистрант 2 года обучения энергетического факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 8924603697, e-mail: slogin1987@gmail.com).

Шистеев Алексей Валерьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технический сервис и инженерные дисциплины», Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 83952237431, e-mail: drive-er@yandex.ru

Information about the authors

Matveev Roman Vahrameevich - undergraduate 2 years of study at the Faculty of Energy, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 8924603697, e-mail: slogin1987@gmail.com).

Matveeva Valentina YUr'evna - undergraduate 2 years of study at the Faculty of Energy, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 8924603697, e-mail: slogin1987@gmail.com).

Shisteev Alexey Valerievich – candidate of technical sciences, associate professor of department "Technical service and engineering disciplines", Irkutsk state agrarian University named after A.A. Ezhevsky, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny village, tel. 83952237431, e-mail: drive-er@yandex.ru

УДК 631.354.2 + 631.554
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ УБОРКИ РАПСА НА СЕМЕНА И МАСЛО

Антипин А.И., Поляков Г.Н.

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

В статье приводится анализ технологии выращивания и уборки рапса на семена и масло в СХ ПАО «Белореченское» (филиал ОПХ «Петровское»). Применяется в основном прямое комбайнирование - комбайнами Tucano -450, Dominator и другими. Интервал созревания стручков достаточно широкий, что затрудняет выбор времени уборки с учетом предрасположенности стручков к растрескиванию при перестое и ведёт к потерям зерна в поле. В связи с этим предпочтительнее раздельный способ уборки. При раздельной уборке потери зерна в поле сокращаются, а масличность семян яровой рапса возрастает. Заслуживает внимание технология обмолота рапса на стационаре по аналогии с обмолотом семенников многолетних трав. Со второй половины XX века яровой рапс стал инновационной культурой в связи с выведением 00-, 000-сортов с низким содержанием эруковой кислоты в масле и глюкозинолатов и клетчатки в семенах, широко используется в пищевых целях. Существует большой спрос в странах Западной Европы и АТР на рапсовое масло для производства биодизеля. За этот период в мировой структуре посевных площадей масличных культур рапс поднялся с пятого на второе место.

Ключевые слова: технология, рапс, прямое и раздельное комбайнирование, сроки уборки, урожайность, стационарный обмолот.

ANALYSIS OF RAPESEED HARVESTING TECHNOLOGIES FOR SEEDS AND OIL

Antipin, A. I., Polyakov, G. N.

Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky,
Molodezhnyi village, Irkutsk district, Russia

The article analyzes the technology of growing and harvesting rapeseed for seeds and oil in the agricultural complex of PJSC Belorechenskoye, a branch of OPH Petrovskoe. It is mainly used for direct combine harvesters-Tucano -450, Dominator and others. The ripening interval of the pods is quite wide, which makes it difficult to choose the time of harvesting, taking into account the predisposition of the pods to cracking during overstocking and leads to loss of grain in the field. In this regard, a separate method of cleaning is preferable. With separate harvesting, grain losses in the field are reduced, and the oil content of spring rape seeds increases. The technology of threshing rapeseed in a hospital by analogy with threshing the testes of perennial grasses deserves attention. Since the second half of the twentieth century, spring rape has become an innovative crop due to the breeding of 00 -, 000-varieties with a low content of erucic acid in oil and glucosinolates and fiber in seeds, which is widely used for food purposes. There is a great demand in Western Europe and the Asia-Pacific region for rapeseed oil for the production of biodiesel. During this period, rapeseed rose from fifth to second place in the global structure of oilseeds acreage.

Keywords: technology, rapeseed, direct and separate harvesting, harvesting time, yield, stationary threshing.

Цель исследования: Повышение объемов сбора рапса на семена и масло путём обоснования эффективных технологий и технических систем.

Задачи исследования:

1. Анализ технологий уборки рапса прямым комбайнированием.
2. Выявить особенности двухфазной уборки рапса.
3. Обосновать выбор технологий уборки рапса.

Объект исследования. Технологические процессы уборки ярового рапса.

Методы исследования. Анализ технологической карты возделывания и уборки рапса. Анализ научно-технической литературы и тенденции уборки рапса в Предбайкалье.

Результаты обсуждения. В настоящее время в Иркутской области применяют два способа уборки культур: прямое комбайнирование и раздельную уборку.

При прямом комбайнировании одновременно производится срезание стеблестоя, обмолот, сепарация зерна из продуктов обмолота, сбор очищенного зерна в бункер. Незерновая часть урожая - стебли, легкие фракции убираются по трём видам технологии:

- 1) солома и полова поступает в копнитель, накапливается и сбрасывается в поле;
- 2) незерновая часть урожая измельчается и разбрасывается по полю;
- 3) стебельная масса укладывается в валок.

В СХ ПАО «Белореченское» филиал ОПХ «Петровское» реализуется второй вид технологии уборки незерновой части урожая. Сбор стебельной массы в валки или в копны не выгоден, так как требует дополнительных затрат.

Применение прямого комбайнирования по срокам затрудняется, так как интервал созревания стручков достаточно широкий (20-25 дней). Это связано с тем, что из-за предрасположенности стручков к растрескиванию при перестое, ведёт к потерям зерна в поле. В связи с этим предпочтительнее раздельный способ уборки.

Раздельная уборка состоит из двух фаз: срезание стеблей и укладки их в валки; подбор валков и обмолот зерноуборочным комбайном. Широко используются жатки, позволяющие избежать растрескивания стручков при срезе и укладывании растений в валки. Высота среза должна быть 0,15 м. Отношение окружной скорости планок мотовила к поступательной скорости агрегата (скоростной коэффициент мотовила) должен быть равным 1,1. Семена рапса мелкие и обладают высокой сыпучестью, поэтому предварительно комбайн проверяют на герметичность. Высохшие в валках стручки склонны к растрескиванию и это может привести к потерям. Скорость лент подборщика должна соответствовать линейной скорости комбайна. Молотильный аппарат настраивают на самую низкую частоту вращения барабана и максимальный молотильный зазор, что обеспечивает полный вымолот при минимальном перебивании стеблей и травмировании зерна [2].

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

При двухфазном способе уборки наилучшим образом учитываются биологические особенности созревания культур [1].

Исследования отдельного комбайнирования на уборке рапса выявили, что он позволяет увеличить намолот и масличность семян и отличается высокой экономической эффективностью [1, 3, 4].

Заслуживает внимание технология обмолота рапса на стационаре по аналогии с обмолотом семенников многолетних трав. Для данной технологии были разработаны комплекс машин: полевая машина МПУ-150 рисунок 1; стационарное оборудование представлено тремя машиностроительными организациями: ростсельмаш рисунок 2, воронежзерномаш рисунок 3 и экспериментальный цех колхоза им. Ленина Ейского района рисунок 4.

Индустриально поточный способ уборки включает в себя операции скашивания или подбора хлебной массы из валков с измельчением массы или без измельчения, транспортировки на временные или стационарные пункты обработки, подсушку при необходимости, складирование, обмолот, транспортировку зерна и солоmistых продуктов к местам хранения или переработки.



Рисунок 1- Полевая машина МПУ-150 на подборе валков рапса

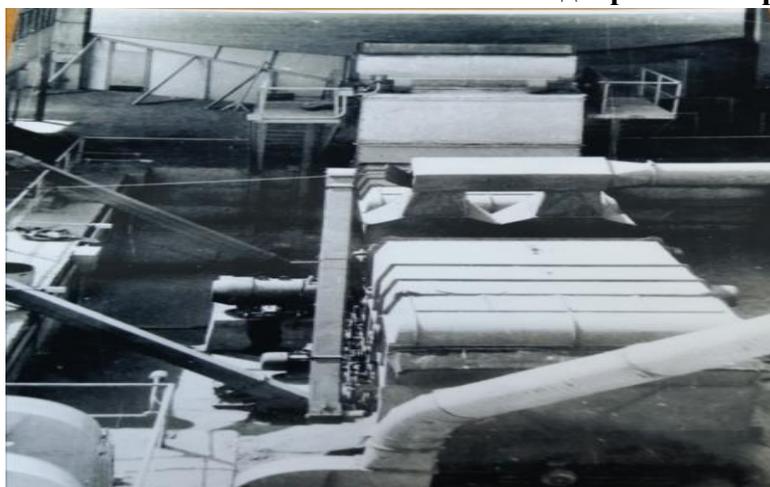


Рисунок 2- Стационарное оборудование по обмолоту рапса (РСМ)



Рисунок 3- Стационарное оборудование выполненное на базе роторной молотилки и блока очистки зерна



Рисунок 4- Стационарное оборудование по обмолоту рапса выполненное на базе рабочих органов зерноуборочных комбайнов (экспериментальный цех)

По индустриальной технологии существенно снижаются потери зерна в поле в 7 – 10 раз, достигается полный сбор попоны и соломы, вместе с

урожаем с поля удаляются семена сорняков. За счет дифференцированного обмолота стебельной массы рапса имеется возможность сбора спелого зерна с минимальным уровнем его микроповреждения.

Выводы

1. Установлено, что за последние три года урожайность рапса в хозяйстве возросла, а площади отведённые под посев рапса увеличились с 1016 до 3000 га. Уборку ведут комбайнами Tusano, Dominator и другими моделями. Незерновая часть урожая измельчается и разбрасывается по поверхности поля.

2. Применение двухфазной уборки рапса позволит повысить сбор и масличность семян рапса. По исследованиям проведённым в Западной Сибири эффективность двухфазной уборки выше, чем при прямом комбайнировании. Требуется проверка раздельного комбайнирования рапса в условиях хозяйств Иркутской области.

3. Анализ литературных источников показал, что индустриальные методы уборки рапса, позволяют снизить потери семян в поле в 7 -10 раз и автоматизировать процессы обработки зерновой массы.

Список литературы

1. Автореферат Совершенствование элементов технологий возделывания ярового рапса на семена в условиях лесостепи Западной Сибири/*А.Л.Филимонов*//Уфа.2018.- 22 с.

2. Агрономическая тетрадь для механизаторов. Возделывание зерновых культур и рапса по интенсивным технологиям./ Под общей редакцией *Б.П. Мартынова* и др. //Росагропромиздат. 1988.- 256 с.

3. *Жалнин Э.В.* Обеспеченность хозяйств России зерноуборочной техникой / *Э.В. Жалнин*// Сельский механизатор. 2013 - №3- с. 3-6.

4. *Чаткин М.Н.* Проблемы эффективного использования зерноуборочных комбайнов / *М.Н. Чаткин, В.А. Овчинников* // сб. статей международной научно-практической конференции «Техника будущего: перспективы развития сельскохозяйственной техники» - Кубанский ГАУ, Краснодар. 2013 – с. 16-18.

References

1. Avtoreferat Sovershenstvovanie elementov tekhnologiy vozdelevaniya yarovogo rapasa na semena v usloviyakh lesostepi Zapadnoy Sibiri [Abstract Improvement of elements of technologies for cultivation of spring rapeseed for seeds in the forest steppe of Western Siberia] /*A.L.Filimonov* // Ufa.2018.- 22 p.

2. Zhalnin E.V. Obespechennost' khozyaystv Rossii zernouborochnoy tekhnikoy [Provision of Russian farms with grain harvesting equipment] / *E.V. Zhalnin* // Sel'skiy mekhanizator. 2013 - №3- pp. 3-6.

6. Agronomicheskaya tetrad' dlya mekhanizatorov. Vozdelevaniye zernovykh kul'tur i rapasa po intensivnym tekhnologiyam [Cultivation of grain crops and rapeseed using intensive technologies] / Pod obshchey redaktsiyei *B.P. Martynova* i dr. //Rosagropromizdat. 1988.- 256 p.

7. Chatkin M.N., Ovchinnikov V.A. Problemy effektivnogo ispol'zovaniya zernouborochnykh kombaynov [Problems of effective use of combine harvesters] / *M.N. Chatkin, V.A. Ovchinnikov* // sb. statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Tekhnika budushchego: perspektivy razvitiya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki» - Kubanskiy GAU, Krasnodar. 2013 – pp. 16-18.

8. Nurlygayanov R.B. Znachenie ucheniy o sel'skom khozyaystve M.T. Varrona v zemledelii Zapadnoy Sibiri (na primere Kemerovskoy oblasti) [The significance of M. T. Varron's teachings on agriculture in Western Siberia (on the example of the Kemerovo region)] / R. Nurlygayanov, A. Karoma, A. Mezhevich, S. Sergeeva, A. Filimonov, A. Arefin // Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal.-2013.- №4.- pp. 91-94

9. Nurlygayanov R.B. et all Perspektivy vozdeleyvaniya yarovogo rapsa v Kemerovskoy oblasti v usloviyakh importozameshcheniya [Prospects for the cultivation of spring rapeseed in the Kemerovo region in terms of import substitution] / R.B. Nurlygayanov, A.N. Karoma, I.A. Karoma, A.L. Filimonov // Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal.-2015.- №5.- pp. 22-23

10. Burak P.I., et all Sravnitel'nye ispytaniya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Comparative tests of agricultural machinery] / P.I. Burak, V.M. Pronin, V.A. Prokopenko, A.A. Medvedev, T.B. Mikaya // FGBNU «Rosinformagrotekh». 2014.- 416 p.

Сведения об авторах

Антипин Алексей Игоревич - студент 4 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89025456355, e-mail: alekseant@mail.ru).

Поляков Геннадий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89025669965, e-mail: G.Polickov@yandex.ru).

Information about the authors

Antipin Alexey I. - 4th year student of the faculty of engineering, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89025456355, e-mail: alekseant@mail.ru).

Polyakov Gennady N. - candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department Of technical support of agriculture of the faculty of engineering. Irkutsk State agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89025669965, e-mail: G.Polickov@yandex.ru).

УДК 621.431.7:681.532.7

ЧИП-ТЮНИНГ АВТОМОБИЛЕЙ

Астапов Я.И., Духнич Е.Д., Индосова А.В., Прудников А.Ю.

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

Электронный блок управления (ЭБУ) или модуль контроля двигателя появился в 1939 году. Его аналогом стала система контроля авиационного двигателя Kommandogerat от компании BMW. Там инженеры сознательно вмешались в процесс работы двигателя, пытаясь увеличить число оборотов коленчатого вала и крутящий момент двигателя. Для этого они связали системы подачи топлива с работой системы зажигания объединив их в один слаженный алгоритм. А уже 90-х годах прошлого века в Европе появился новый вид тюнинга путем форсирования двигателя внутреннего сгорания, который не требует вмешательства в механическую часть. Данный вариант доработки получил название чип-тюнинг (chip-tuning). Данная статья представляет собой обзор существующих методов электронного тюнинга автомобилей и тракторов.

Ключевые слова: автомобиль, чип-тюнинг, прошивка, механическую часть, двигателя коленчатый вал, крутящий момент.

CHIP-TUNING CARS

Y.I. Astapov., E.D. Dukhnich, A.V. Indosova, A.Yu. Prudnikov.

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

An electronic control unit (ECU) or module for engine control appeared in 1939. Its analogue was the BMW engine control system Kommandogerat. There, engineers deliberately intervened in the process of engine operation, trying to increase the number of revolutions of the crankshaft and engine torque. To do this, they connected the fuel supply system with the operation of the ignition system by combining them into one coherent algorithm. And already in the 90s, a new type of tuning appeared in Europe by forcing an internal combustion engine, which does not require intervention in the mechanical part. This version of refinement was called chip tuning (chip tuning). This article is an overview of the existing methods of electronic tuning of cars and tractors.

Keywords: car, chip tuning, firmware, mechanical part, engine crankshaft, torque.

При желательном увеличении мощностных характеристик двигателя автомобиля, перед любым потребителем возникает ряд вопросов: что такое чип-тюнинг электронных систем автомобиля, как выполняется данная операция, какие приносит результаты?

Данная статья предлагает систематизирование данного процесса, разложение на составляющие этапы технического сервиса. Для проведения оптимизации работы электронного блока управления, обслуживающее предприятие должно иметь следующее оборудование: сканер, газоанализатор, программаторы, контроллеры [2].

Электронный тюнинг процессора автомобиля – это доработка или настройка алгоритма программного управления мотора. Целью таких вмешательств в электронную начинку, как правило, являются: увеличение мощности ДВС, значительное снижение расхода топлива или, например, устранение системных программных ошибок. Иными словами, проводится коррекция и доработка программного обеспечения блока управления с целью улучшения определенных характеристик мотора.

Цель исследования - провести обзор современных технологий, позволяющих изменять алгоритмы работы электронных блоков управления современных автомобилей и тракторов.

Материалы и обсуждение. Главной целью таких видов сервисного обслуживания или ремонта чаще всего является повышение мощности ДВС и, соответственно общего номинального его крутящего момента. Однако, проведенные исследования показывают, что кроме повышения мощности, присутствует прямая возможность снижения расхода топлива, а также улучшения других технических характеристик, которые не видно невооруженным взглядом потребителя.

Правильная работа двигателя – это большая цепочка факторов, которые зависят друг от друга и должны находить компромисс между собой, но при всем этом двигатель должен соответствовать определенным параметрам. Для этого работой двигателя руководит электронный блок управления, который в большинстве случаев поддается перепрограммированию [3].

Таким образом, улучшение одних параметров должно ухудшать другие. Но одним из важных составляющих процесса чип-тюнинга является исправление заводских ошибок в программах, допускаемых заводом изготовителем при выходе на рынок (рисунок 1).

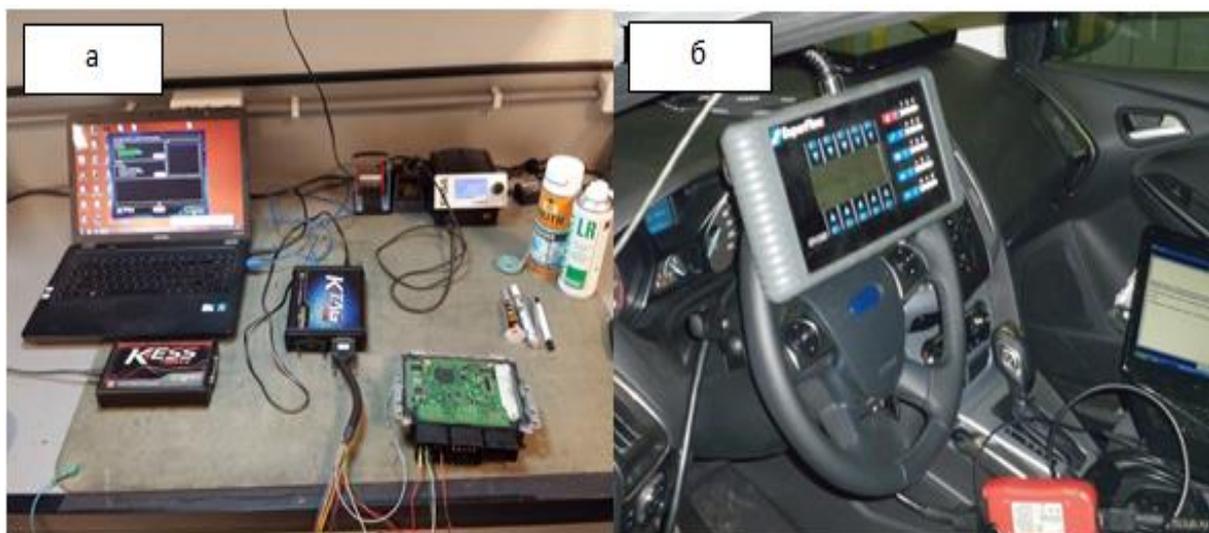


Рисунок 1 – Диагностика ЭБУ автомобиля:
а – прошивка ЭБУ в лаборатории; б – диагностика через OBD-разъем

Далее приведены данные результатов наблюдений за легковыми автомобилями отечественного производства марки ВАЗ-2110, ВАЗ-2170 с тремя типами двигателей, при этом все автомобили были оснащены одинаковыми блоками управления Январь 5.1.

Данные распределились следующим образом (рисунок 2).

Самый распространенный способ чип-тюнинга – это изменение программы в штатном блоке управления двигателя, тем самым изменяется управление впрыском топлива и меняется поведение вашего автомобиля. Увидеть или снять показания можно через диагностический разъем OBD [4], а если нет возможности диагностического доступа, то программирование происходит напрямую подключением к блоку управления двигателем, внесением корректировок непосредственно в ПЗУ – флеш-память EPROM.

Приведём в пример разъем OBD2, он используется для диагностики и чип тюнинга большинства инжекторных автомобилей с 1996 года выпуска и служит для штатной диагностики. Производители используют различные системы защиты от несанкционированного доступа, исключая возможность перепрограммирования блока управления. Например, отсюда появились

различные алгоритмы защиты, например TP8/10 (Tuning Protection) [4], часть из которых сейчас успешно совмещается с большинством видов диагностических сканеров. Более сложные протоколы требуют полного демонтажа блока управления автомобиля и перепрограммирования напрямую, обходя диагностический разъем. Например, штатный разъем на плате (BDM) или же иные точки подключения к процессору для доступа к Flash memory [5].

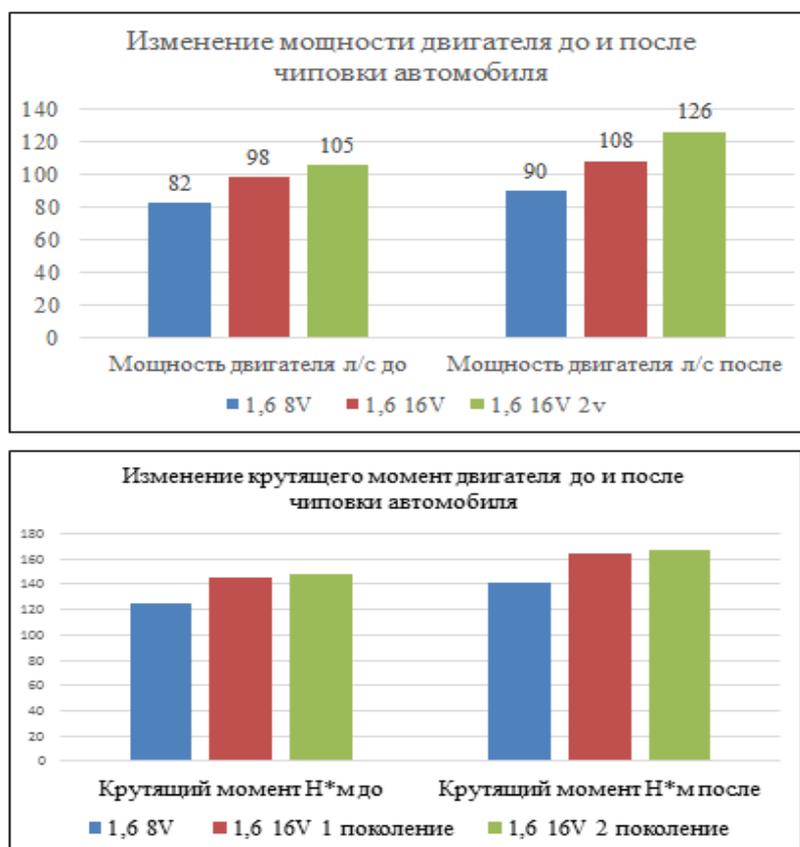


Рисунок 2 – Диаграммы изменений мощности двигателя и крутящегося момента двигателя до и после чип-тюнинга (чип-тюнинг проводился с помощью программы Bosch M7.9.7+)

Таким образом, вне зависимости от способа подключения изменяется только программа управления без внесения каких-либо конструктивных изменений. При условии правильно выполненной работы установить, что с блоком управления производились какие-либо манипуляции невозможно.

Существуют и другие способы внесения изменений в электронное управление работой двигателя путем установки дополнительного модуля увеличения мощности, так называемого – «бокса», «коробочки», «обманки». То есть в случаях, когда, по тем или иным причинам, классический метод не срабатывает, невозможен или недоступен, изменение параметров работы двигателя производится путём корректировки сигналов управления с помощью дополнительного контроллера.

Суть его работы очень проста – получить сигнал, идущий от блока управления двигателем, изменить его и отправить далее тому устройству, к которому он шел. Если говорить более наглядно, то в качестве примера, возьмем систему впрыска топлива дизельного двигателя с электронным ТНВД [6]. Насос высокого давления обеспечивает заданное программой управления двигателем давление в топливной рампе, а форсунки впрыскивают топливо. При этом, чем больше топлива получает дизельный двигатель, тем выше его мощность, соответственно, дополнительный блок будет обеспечивать измененный цикл подачи топлива.

Приведем пример четырехканального тюнинг бокса. На схеме видно подключение к питанию +12В, и четыре пары разъемов, которые устанавливаются в разрыв соответствующих исполнительных устройств [7].

После перенастройки системы увеличиваются показатели мощности и крутящего момента. Происходит это из-за понижения потерь внутреннего характера, которые являются причинами изнашивания элементов двигателя во время работы (рисунок 3).

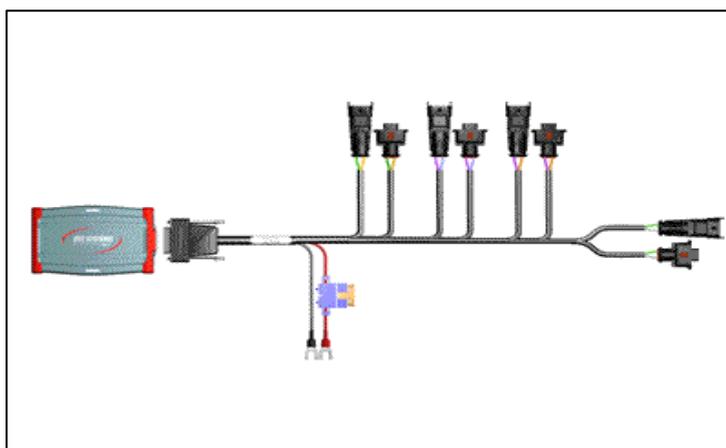


Рисунок 3 – Специализированный тюнинг бокс («обманка»)

В настоящий момент времени чип-тюнинг не делается в процессе производства на заводе, так как транспортные средства выпускаются для широкого круга потребителей, которые в свою очередь могут использовать их в различных температурных, атмосферных или рельефных условиях [12]. Также немаловажным фактором является качество топлива, которое не всегда соответствует установленным нормам.

Кроме того, чип-тюнинг может перегрузить крутящим моментом коробку передач [8], в связи с чем, необходимо доскональное знание возможностей мотора.

Так, современные крупные компании, у которых такая работа поставлена на «поток», всегда стараются не рисковать репутацией и форсируют автомобиль до безопасных пределов или официально предупреждают о возможности негативных последствий.

Обычно при таком «раскручивании» двигателей большее внимание уделяют не максимальной мощности, которая используется редко, а крутящему моменту в среднем диапазоне оборотов. Анализ технологий показал, что для атмосферных моторов эти пределы, как правило, небольшие – обычно 3 – 7 % [9], в некоторых случаях до 10 – 15 %. Лучше всего поддаются чип-тюнингу моторы с турбо-наддувом, как бензиновые, так и дизели – здесь удастся получить повышение до 25 – 30 %, а иногда и до 50% [10].

При электронном тюнинге изменяются различные технические параметры, например, довольно часто могут быть изменены калибровочные коэффициенты, отвечающие за зависимости углов опережения зажигания (впрыскивания для дизелей), коэффициенты избытка воздуха, фаз газораспределения (в двигателях с их автоматическим регулированием), алгоритм работы перепускного клапана системы наддува, а также ряд других показателей [11].

Далее представлен перечень положительных и отрицательных качеств улучшенного мотора.

Положительными являются:

- увеличение мощности мотора, при этом механическое вмешательство не требуется;
- процесс установки протекает довольно быстро, при этом все новоиспеченные настройки можно вернуть в исходный режим;
- возрастает плавность хода во время работы кондиционера или под какими-либо другими нагрузками;
- после доработки прошивки сбрасываются ошибки двигателя;
- возможен перевод двигателя на другой вид топлива;
- возможность удаления скоростного ограничителя, который был установлен на заводе изготовителе [13];

Отрицательными являются:

- данная модернизация требует внушительных финансовых затрат;
- после увеличения мощности, расход горючего увеличивается и в отдельных случаях увеличивается значительно;
- при самостоятельном обновлении имеется вероятность вывести из строя блок управления, что приведет к его замене или ремонту, а это далеко не из дешевых процедур.

Выводы. 1. Основное внимание мастера уделяют кривой крутящего момента, стараясь поднять ее в зоне средних оборотов, которые чаще всего и используются при обычной езде. Условно говоря, уделяют большее внимание не объективной динамике (по секундомеру), а субъективной. Работа двигателя становится более эластичной, ДВС острее реагирует на газ, мотор ощутимо прибавляет в мощности на средних оборотах.

2. Иногда на кривой крутящего момента наблюдаются очевидные провалы, появление которых обусловлено заботой об экологии и уменьшением расход топлива.

3. При уменьшении угла опережения зажигания ниже оптимального значения содержание окислов азота в камере сгорания падает, но снижаются мощность и экономичность. Увеличивая угол, иногда удается одновременно поднять и мощность, и экономичность, но ценой экологических показателей двигателя.

4. В некоторых случаях специалисты делают акцент на повышении экономичности при постоянной мощности, однако достоверных экспериментальных данных об эффективности данных мероприятий не выявлено.

Список литературы

1. *Бураев М.К.* Логистическая поддержка системы производственно-технической эксплуатации машинно-тракторного парка / *М.К.Бураев, А.В. Шистеев* // В сборнике: Информационные технологии, системы и приборы в АПК материалы 7-й Международной научно-практической конференции "Агроинфо-2018". Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Сибирский физико-технический институт аграрных проблем и др.. 2018. С. 383-386.
2. *Виноградов, В.М.* Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: основные и вспомогательные технологические процессы. Лабораторный практикум / *В.М. Виноградов.* – М.: Academia, 2017. – 145 с.
3. *Гладов Г.И.* Текущий ремонт различных типов автомобилей. В 2 ч. Ч.1: Легкие грузовики (малой и средней грузоподъемности): учебник / *Г.И. Гладов.* – М.: Академия, 2008. – 96 с.
4. *Зорин В.А.* Ремонт дорожных машин, автомобилей и тракторов: учебник / *В.А. Зорин.* – М.: Академия, 2018. – 56 с.
5. *Кулаков А.Т.* Особенности конструкции, эксплуатации, обслуживания и ремонта силовых агрегатов грузовых автомобилей / *А.Т. Кулаков, А.С. Денисов, А.А. Макушин.* – Вологда: Инфра-Инженерия, 2013. – 39 с.
6. *Литвиненко В.В.* Автомобильные датчики, реле и переключатели. Краткий справочник / *В.В. Литвиненко, А.П. Майструк.* – Москва: издательство Легион Автodata, 2004. – 107 с.
7. *Савченко Ю.Н.* Автомобильные датчики. Сборник статей / *Ю.Н. Савченко.* – Издательство Машиностроение, 1982. – 102 с.
8. *Скляр Д.* Ремонт и обслуживание автомобилей для "чайников" / *Д. Скляр.* – М.: Вильямс, 2014. – 149 с.
9. *Соснин Д.А.* Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей / *Д.А Соснин.* – Издательство Солон-Р, 2001. – 169 с.
10. *Ходасевич А.Г.* Устройства и приборы для проверки и контроля электрооборудования автомобилей / *А.Г. Ходасевич.* – Москва: издательство НТ-Пресс, 2005. – 209 с.
11. *Шестопалов, С.К.* Устройство, техническое обслуживание и ремонт легковых ав-томобилей: учебник / *С.К. Шестопалов.* – М.: Академия, 2018. – 89 с.
12. *Шистеев А.В.* Корректирование расхода запасных частей при техническом сервисе автотракторной техники / *М.К. Бураев, С.Ю. Луговнин, А.В. Шистеев* // Вестник ИрГСХА. 2017. № 81-1. С. 148-153.

13. Яковлев В.Ф. Диагностика электронных систем автомобилей / В.Ф. Яковлев. – Издательство Москва, 2010. – 126 с.

References

1. Buraev M.K. et all. Logisticheskaya podderzhka sistemy proizvodstvenno-tekhnicheskoy eksplua-tatsii mashinno-traktornogo parka [Logistic support of the system of production and technical operation of the machine and tractor fleet] / M.K. Buraev, A.V. Shisteev // In the collection: Information technologies, systems and devices in the agricultural sector materials of the 7th International Scientific and Practical Conference "Agroinfo-2018". Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems, etc. 2018.pp. 383-386.
2. Vinogradov, V.M. Tekhnicheskoye obsluzhivaniye i remont avtomobiley: osnovnyye i vspomogatel'nyye tekhnologicheskiye protsessy. Laboratornyy praktikum [Maintenance and repair of automobiles: main and auxiliary technological processes. Laboratory workshop] / V.M. Vinogradov. - M.: Academy, 2017. - 145 p.
3. Gladov G.I. Tekushchiy remont razlichnykh tipov avtomobiley. V 2 ch. CH.1: Legkiye gruzo-viki (maloy i sredney gruzopod'yemnosti): uchebnik [Maintenance of various types of cars. In 2 hours, Part 1: Lightweights (small and medium-sized): a textbook] / G.I. Smoothness. - M.: Academy, 2008. - 96 p.
4. Zorin V.A. Remont dorozhnykh mashin, avtomobiley i traktorov: uchebnik [Repair of road cars, automobiles and tractors: a textbook] / V.A. Zorin. - M.: Academy, 2018. - 56 p.
5. Kulakov A.T. et all Osobennosti konstruktсии, ekspluatatsii, obsluzhivaniya i remonta silovykh agregatov gruzovykh avtomobiley [Features of the design, operation, maintenance and repair of power units of trucks] / A.T. Kulakov, A.S. Denisov A.A. Makushin. - Vologda: Infra-Engineering, 2013. - 39 p.
6. Litvinenko V.V., Mastruk A.P. Avtomobil'nyye datchiki, rele i pereklyuchateli. Kratkiy spravochnik [Automotive sensors, relays and switches. Quick reference] / V.V. Litvinenko, A.P. Mastruk. - Moscow: Publishing House Legion Avtodata, 2004. - 107 p.
7. Savchenko Yu.N. Avtomobil'nyye datchiki. Sbornik statey [Automotive sensors. Collection of articles] / Yu.N. Savchenko. - Publishing House Engineering, 1982. - 102 p.
8. Sklyar D. Remont i obsluzhivaniye avtomobiley dlya "chaynikov" [Car repair and maintenance for "dummies"] / D. Sklyar. - M.: Vil-Yams, 2014. - 149 p.
9. Sosnin D.A. Elektrooborudovaniye i sistemy bortovoy avtomatiki so-legkimi avtomobilyami [Autotronics. Electrical equipment and on-board automation systems with light cars] / D.A. Sosnin. - Publishing house Solon-R, 2001. - 169 p.
10. Khodasevich A.G. Pribory i pribory dlya proverki i kontrolya elektrooborudovaniya avtomobiley [Devices and devices for checking and control of electrical equipment of cars] / A.G. Khodasevich. - Moscow: NT-Press publishing house, 2005. - 209 p.
11. Shestopalov, S.K. Ustroystvo, tekhnicheskoye obsluzhivaniye i remont legkovykh avtomobiley: uchebnik [Device, maintenance and repair of passenger cars: a textbook] / S.K. Shestopalov. - M.: Academy, 2018. - 89 p.
12. Shisteev A.V. et all Korrektirovaniye raskhoda zapasnykh chastey pri tekhnicheskoye servise avtotraktornoy tekhniki [Correction of the consumption of spare parts in the technical service of automotive vehicles] / M.K. Buraev, S.Yu. Lugovnin, A.V. Shisteev // Vestnik IRGSHA. 2017. No. 81-1. pp. 148-153.
13. Yakovlev V.F. Diagnostika elektronnykh sistem avtomobiley [Diagnostics of electronic systems of automobiles] / V.F. Yakovlev. - Publishing House Moscow, 2010. -126 p.

Сведения об авторах

Астапов Ярослав Игоревич – студент инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный тел. 89500844269, e-mail: zorgers@icloud.com)

Духнич Евгений Дмитриевич – студент инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный тел. 89500922202, e-mail: zorgers@icloud.com)

Индосова Артемида Викторовна – студент инженерного факультета, (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный тел. 89501264898, e-mail: meh@irgsha.ru)

Прудников Артем Юрьевич – ст. преп. кафедры электрооборудования и физики, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный 1/1, тел. 89247101077, e-mail: mr.groll666@yandex.ru).

Information about authors

Astapov Yaroslav Igorevich – student of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89500844269 e-mail: zorgers@icloud.com)

Duhnich Evgeny Dmitrievich – student of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89500922202, e-mail: 100evg.duh@mail.ru)

Indosova Artemida Victorovna – magistr of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89501264898, e-mail: meh@irgsha.ru)

Prudnikov Artem Yurievich - senior lecturer of the department of Electrical Equipment and Physics of the Faculty of energy, Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Molodezhny, tel. 89247101077, e-mail: mr.groll666@yandex.ru)

УДК 665.76

**ПРОИЗВОДСТВО ШЕЛКА В НАВАЙСКОЙ ОБЛАСТИ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

Бозарова М.Б, Мирзаев Б.М, Поляков Г.Н

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

Узбекский шелк появился во втором тысячелетии во времена Великого шелкового пути. По легенде правитель Ферганской долины приказал своим подданным разведать секреты производства шелка у китайских мастеров.

На сегодняшний день, технология изготовления ферганских шелков известна более 4 тысяч лет. С течением времени, республикой Узбекистан были разработаны собственные технические способы и методы по извлечению нити из кокона и ее окрашиванию. В целом, шелководство – это многоотраслевое производство, включающее растениеводство (выращивание тутовника), животноводство (разведение и выращивание гусениц), а также кустарное производство и текстиль.

Шелк – это очень важный экспортный товар для республики, государство является единственным покупателем шелка у фермеров и строго контролирует процесс производства и сбора коконов. Фермеры и сельские семьи в конце апреля или в начале мая получают от государства по 40 - 50 граммов личинок шелкопряда в маленьких коробочках. По окончании сезона фермеры сдают урожай государству по установленной цене [1].

Ключевые слова: шёлк, республика Узбекистан, грены, тутовое дерево, кокон, шелковичные черви, технология.

SILK PRODUCTION IN THE NAVAI REGION OF UZBEKISTAN REPUBLIC

Bozarova M.B., Mirzaev B.M., Polyakov G.N.

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

Uzbek silk appeared in the second millennium, during the Great Silk Road. According to legend, the ruler of the Ferghana Valley ordered his subjects to learn the secrets of silk production from Chinese craftsmen.

To date, the manufacturing technology of Ferghana silk has been known for more than 4 thousand years. Over time, the Republic of Uzbekistan has developed its own technical methods and methods for extracting thread from a cocoon and dyeing it. In general, sericulture is a diversified production, including plant growing (growing mulberry), livestock (breeding and growing caterpillars), as well as artisanal production and textiles.

Silk is a very important export product for the republic, the state is the only buyer of silk from farmers and strictly controls the process of production and collection of cocoons. Farmers and rural families receive 40-50 grams of silkworm larvae in small boxes from the state in late April or early May. At the end of the season, farmers surrender the harvest to the state at a set price.

Key words: silk, Republic of Uzbekistan, grains, mulberry tree, cocoon, silkworms, technology.

Цель исследования - дать историческую справку и перспективы производства шелка в Узбекистане.

Объект и методика. Объектом исследования является история возникновения шелководства и технология производства в Узбекистане.

Результат исследования: Шелководство — одна из древнейших отраслей сельского хозяйства Узбекистана. Известно, что выкормками тутового шелкопряда в городе Навои занимались еще в IV в. н. э.

Шелководство — составная отрасль хлопкового комплекса Узбекистана. Непременный элемент хлопкового поля — шелковица (тутовое дерево), листья которой служат кормом для шелковичных червей. Тузовыми деревьями обсажены улицы и арыки кишлаков [2].

В Узбекистане разводят одомашненного тутового шелкопряда, в других странах используют также коконы некоторых диких шелкопрядов (дубового клещевинного и др.). Дикие шелкопряды названы так потому, что они выкармливаются на воле, непосредственно на листьях растущих деревьев или в специально созданных условиях, близких к природе.

Производственные процессы в шелководстве: выращивание шелковицы, являющейся единственным кормовым растением для гусениц тутового шелкопряда; производство грены, это инкубация грены – оживление яиц шелкопряда; выкормка гусениц; первичная обработка коконов – мойка и сушка;



Рисунок1- Гусеница шелкопряда и кокон



Рисунок2 - Первичная обработка коконов и станок для создания шелковой ткани

Первичная обработка коконов – это ручная работа, а ткань производится на станках [4].

Шёлк – натуральная текстильная нить животного происхождения – продукт выделения шелкоотделительных желез гусениц шелкопряда при завивке коконов. Созревшие гусеницы не питаются и в течение 3 суток завивают коконы, оболочки которых состоят из шёлковой непрерывной нити длиной 1000-1500 метров. На четвёртые сутки после начала завивки гусеница превращается в куколку. Кокон весит 1,7-2,3 г. Кокон является сырьём для получения шёлка. Кокон, предназначенные для размотки, морят –

обрабатывают горячим воздухом или паром (при температуре 75-80° С в течение 15-20 минут), чтобы умертвить куколку и не допустить превращения её в бабочку, которая портит кокон, делая в нём выходное отверстие. Замороженные коконы сушат 2-3 месяца на теневых сушилках (стеллажах), чтобы они не портились при хранении. На 10-е сутки куколки превращаются в бабочек, которые сразу после выхода из кокона спариваются. В течение 2-3 суток самки откладывают 500-700 яиц (грены) и через некоторое время погибают.

Интересный факт. Для производства одного шелкового платья необходимо 2000 гусениц, которые съедают 2 шелковичных дерева [4].

Из грены выводят гусениц, кормовым растением для которых является шелковица. Шелковица – род деревьев семейства тутовых, которых насчитывается около 24 видов, произрастающих в Восточной и Юго-Восточной Азии, на юге Европы, в южной части Северной Америки, частично в Африке. На юге европейской части России и в Средней Азии произрастает 4 вида тутовых. Для выкормки тутового шелкопряда в Узбекистане культивируют шелковицу много стебельчатую, шелковицу белую, шелковицу шелкопрядную. Для весенней выкормки тутового шелкопряда с шелковиц ежегодно срезают годовалые ветки, а для летне-осенней – верхнюю треть вновь выросших побегов. Через каждые 4-5 лет шелковице предоставляют год отдыха. Шелковица засухоустойчива, относительно мало требовательна к почвам, солеустойчива, не выносит заболачивания.



Рисунок3- Плантация и посадка тутовых деревьев отрезками тутовых веток

Шелковицу сажают плантациями и по границам земельных участков, по краям ирригационных каналов, дорог [6, 7]. Наиболее удобны для ухода и эксплуатации плантации, потому что они создают лучшие условия для роста насаждений, ухода за ними и использования междурядий под посевы сельскохозяйственных культур.

Конечным продуктом производства шелкопряда является изготовление тканей: Хан атлас, адрас и др.

Шелковая одежда в Узбекистане всегда пользовалась популярностью. При Эмирском дворе ношение одежды из шелка служило показателем высокого статуса. Дороговизна шелка в то время объяснялась весьма просто:

шелк привозили на караванах из Китая. Затем секрет производства был открыт и в Средней Азии. Но и это не сделало шелк доступным, так как для получения небольшого куса материи необходимо было вырастить большое количество тутовых шелкопрядов и затратить много человеческого труда.

Виды и свойства шелковых тканей. Натуральный шелк мягкий и приятный на ощупь, легко струится и нежно облегает тело. Шелковая ткань может быть легкой или плотной, повседневной или парадной. Одежду из шелка отличают следующие свойства:

- высокая прочность ткани.
- легкость и воздухопроницаемость, что очень важно в жарком климате Узбекистана.
- высокая гигроскопичность.
- красота рисунков и расцветок тканей.

Именно за эти качества его и полюбили на Востоке. Во все времена женщинам нравилось шить платья из этой необычной ткани: в жаркую погоду такая одежда дышит, в ней не жарко.

Сегодня шелк популярен во всем мире: знаменитые кутюрье любят использовать шелковые ткани, поскольку они прекрасно воплощают все творческие замыслы, смотрятся стильно и оригинально.

Отдельно следует упомянуть вид узбекского шелка – хан-атлас (королевский шелк) – это плотная, гладкая ткань с характерным рисунком, которая производится в Маргилане. По легенде, ткань хан-атлас изобрел один ремесленник, чтобы удивить своего хана [2, 3]. Мастер увидел отражение облаков и радуги в ручье и решил создать ткань легкую, как облако, с узором, который переливался бы всеми цветами радуги и при этом не повторялся. Хан был поражен красотой ткани и выдал дочь ткача за своего любимого сына. А ткань скромно назвал в свою честь - «хан-атлас». Так появился знаменитый рисунок, который сегодня активно применяется не только на шелке, но и на других тканях.

Хан-атлас является своеобразной визитной карточкой производства узбекского шелка. Национальная узбекская одежда не мыслима без хан-атласа. Во многих музеях мира выставлены образцы этой ткани [5].



Рисунок 4- Разновидности Узбекского шелка (хан атлас)

Самым крупным центром производства шелка в Узбекистане является город Маргилан в Ферганской долине [8]. Здесь на шелкоткацкой фабрике «Едгорлик» можно увидеть все этапы ручного изготовления шелковых тканей. На фабрике сохраняются и возрождаются многие секреты производства шелка. Следует отметить, что в эпоху расцвета Великого шелкового пути маргиланский шелк ценился на вес золота и часто становился средством оплаты [9]. Сегодня же каждая женщина может стать обладательницей необычного струящегося платья из шелка без особых сложностей.



Рисунок 5 – Операция производства шелкопряда

Выводы. 1. Правительство Узбекистана уделяет особое внимание производству шелка в Республики. К концу 2020 года в порядке, установленном организациями шелковой промышленности для строительства новых садовых угодий ягод шелковицы, будет выделена территория. (Таблица 1).

Таблица 1 - Площадь под посадки тутовых деревьев в Навоийской области [1]

Наименование регионов	Земля под новые тутовые деревья (га)		Рекреационная зона влажной мульчи (га) будет реконструирована в 2020 году
	2020 год В 1 квартале	2020 год В 4 квартале	
Навоийская область			
Район Кармана	35	-	18
Район Нурата	15	-	4
Район Хатирчи	-	55	23,9
Район Кизилтепа	-	55	25,1
Район Канимех	-	10	1,2
Район Навбахар	-	30	24,8
Итого:	50	150	97

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

Таблица 2 - Строительство защитных укрытий от ветровой и водной эрозии вокруг мелиоративных участков и сельскохозяйственных угодий в республике к 2020 – 2024 годам (прогнозные параметры)

№	Наименование регионов	Размер защитных тутовых деревьев в 2020		в том числе									
				в 2020 году		в 2021 году		в 2022 году		в 2023 году		в 2024 году	
		га	тыс. куст	га	тыс. куст	га	тыс. куст	га	тыс. куст	га	тыс. куст	га	тыс. куст
1.	Навоийская область	695	1218	95	166	150	263	150	263	150	263	150	263

2. В настоящее время проводятся многочисленные исследования по эффективному использованию возможностей отрасли, обеспечению занятости в сельских районах, увеличению экспортного потенциала, производству ассортимента шелковых изделий и повышению их конкурентоспособности.

Список литературы

1. Госстат / Государственный комитет Республики Узбекистан по статистике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.stat.uz/ru/component/search/?searchword=шелководства &ordering=newest&searchphrase=any](https://www.stat.uz/ru/component/search/?searchword=шелководства&ordering=newest&searchphrase=any)
2. *Ахмедов Н.А., Данияров У.Т.* Новые технологии в разработке шелкопрядов. Учебное пособие/. *Ахмедов Н.А., Данияров У.Т.* // Ташкент, 2014.-245 с.
3. *Уроков Ш.Б.* Определение перспектив развития шелковой промышленности в условиях рыночной экономики / *Уроков Ш.Б.*- Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук Ташкент, 2005.
4. *Ахмедов Н, Муродов С.* Основы шелка. Ташкент: *Ахмедов Н, Муродов С.*- Инструктор/, 1998.
5. *Косимов Э. В Дусаев Н.У.* Шелководство требует изменения подхода. - Гулистан/ 1988.
6. *Косимов Э, Мусаев Н.У., Исматуллаева Т.* Развитие шелковой промышленности в условиях перестройки / В сб.: Партийное руководство развитием промышленности в условиях перестройки/. - М.: Депонирование. 1989. К 39945.-0,5 п.л.
7. *Косимов Э,* Осуществление социальной политики партии на предприятиях шелковой промышленности/. Там же. - 0,6. п.л.
8. *Косимов Э.* Советский шелк - победитель. // Корреспондент, 1990. й 8. - 0,3 п.л.
9. *Мирсаидов Ш.Р.* На пути к укреплению экономической самостоятельности Узбекистана //Правда Востока. 1990. 29 марта.

References

1. *Gost stat* [Gost stat] / *Gosudarstvennyy komitet Respubliki Uzbekistan po statistike* [State Committee of the Republic of Uzbekistan on statistics] [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: [https://www.stat.uz/en/component/search/?searchword=headers & ordering = newest & searchphrase = any](https://www.stat.uz/en/component/search/?searchword=headers&ordering=newest&searchphrase=any)

2. *Shelkovodstva* [Sericulture] / *V Uzbekistane budut uluchshat' proizvodstvo shelka* [Uzbekistan will improve silk production] [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: www.molbulak.ru
3. *Uzbeksko-germanskiiy forum* [Uzbek-German forum] / *Shelkovaya petlya dlya uzbekskogo fermerera* [Silk loop for the Uzbek farmer] stanradar.com
4. Akhmedov N.A. *Novyye tekhnologii v razrabotke shelkopryadov. Uchebnoye posobiye* [New technologies in the development of silkworms. Tutorial] Tashkent, 2014. -245 p.
5. Uroqov Sh.B. *Opredeleniye perspektiv razvitiya shelkovoy promyshlennosti v usloviyakh rynochnoy ekonomiki* [Determining the prospects for the development of the silk industry in a market economy] / Urokov Sh.B. - Abstract of dissertation for the degree of candidate of economic sciences Tashkent, 2005.
6. Akhmedov N. *Osnovy shelka Toshrent* [Basics of silk Tashkent] Instructor , 1998.
7. Kosimov E.V. *Shelkovodstvo trebuyet izmeneniya podkhoda* [Sericulture requires a change in approach] Gulistan, 1988.
8. Kosimov E. *Razvitiye shelkovoy promyshlennosti v usloviyakh perestroyki* [Development of the silk industry in the context of perestroika] / *Partiynoye rukovodstvo razvitiyem promyshlennosti v usloviyakh perestroyki* [In collection: Party leadership of the development of industry in the context of perestroika] Moscow: Deposit. 1989.
9. Kosimov E., *Osushchestvleniye sotsial'noy politiki partii na predpriyatiyakh shelkovoy promyshlennosti* [Implementation of the party's social policy at the enterprises of the silk industry]. In the same place. - 0.6. L.P.

Сведения об авторах

Поляков Геннадий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры Техническое обеспечение АПК инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89025669965, e-mail: G.Polickov@yandex.ru).

Бозарова Мафтун Бабаёровна – студентка 2 курса инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89641141466, e-mail: drive-er@yandex.ru)

Мирзаев Бобир Махамматович – студент 2 курса инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89641141413, e-mail: drive-er@yandex.ru)

Information about the authors

Polyakov Gennadiy Nikolayevich - candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department Of technical support of agriculture of the faculty of engineering. Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89025669965, e-mail: G.Polickov@yandex.ru).

Bozarova Maftuna Babaerovna – 2nd year student of the faculty of engineering. Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89641141466, e-mail: drive-er@yandex.ru)

Mirzaev Bobir Mahammadovich – 2nd year student of the faculty of engineering. Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89641141413, e-mail: drive-er@yandex.ru)

УДК 635.534.2
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ЗЕРНА ПРИ УБОРКЕ КОМБАЙНАМИ

Дашипильчинов С.Б., Поляков Г.Н.

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

Уборочный процесс является завершающим при производстве сельскохозяйственных культур от своевременности и качества выполнения которого во многом зависит количество и качество убранных культур [2]. Основным условием уборки зерновых культур является выполнения агротехнических требований. Для проверки качества работы зерноуборочных комбайнов необходим метод, который поможет наиболее точно определять потери зерна в поле [2]. Существуют несколько методов определения потерь зерна. Методы применяемые для оценки комбайнов должны быть простыми и достаточно точными и позволяющие по их результатам принимать решения для регулировки рабочих органов. Наиболее простым является метод подсчета падалицы [3].

Ключевые слова: уборка, потери зерна, источники потерь, дробление, недомолот, просыпания через не плотности.

**DETERMINATION OF GRAIN LOSSES DURING HARVESTING BY
HARVESTERS**

Dashpilchinov S.B., Polyakov G.N.

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

The harvesting process is final in the production of crops on the timeliness and quality of execution of which the quantity and quality of the harvested product largely depends. The main condition for harvesting grain crops is to meet agrotechnical requirements. To check the quality of work of grain harvesters is the method that most accurately determines the loss of grain in the field. There are several methods for determining grain loss. The methods used for evaluating combine harvesters should be simple and reasonably accurate and making decisions based on their results for adjusting the working bodies. The simplest method is to calculate the fall box.

Key words: harvesting, grain losses, sources of losses, crushing, milling, spilling through non-density.

Цель исследования. Оценить способы и предложить эффективный и доступный метод определения потерь зерна в поле за комбайнами.

Методы исследования. Анализ состава зерноуборочных комбайнов в Иркутской области, а также технологического процесса работы комбайнов. Изучение источников и виды потерь пшеницы при уборке урожая.

Результаты и обсуждение. Основными показателями, определяющими агротехнические требования к уборке зерновых культур, являются потери компонентов урожая и качество убранных культур [4, 5]. В соответствии с агротехническими требованиями для зерноуборочной техники установлены следующие качественные показатели технологического процесса: потери зерна всех видов за молотилкой комбайна – не более 1,5%; дробление и

обрушивание зерна на продовольственные и фуражные цели - не более 2%, на семена – не более 1% [1].

На рисунке 1 представлена схема источников потерь зерна, потери соломы при работе соломоуборочных машин – не более 5%; загрязнение соломы землей – не более 2%; рассеивание семян сорняков комбайном исключается [6, 7].

Допустимые общие потери зерна при прямом комбайнировании прямостоящего стеблестоя не должны превышать 2%, полеглого хлебостоя – 3%; при раздельной уборке прямостоящего стеблестоя – 2,5% и полеглого – 3,5%.

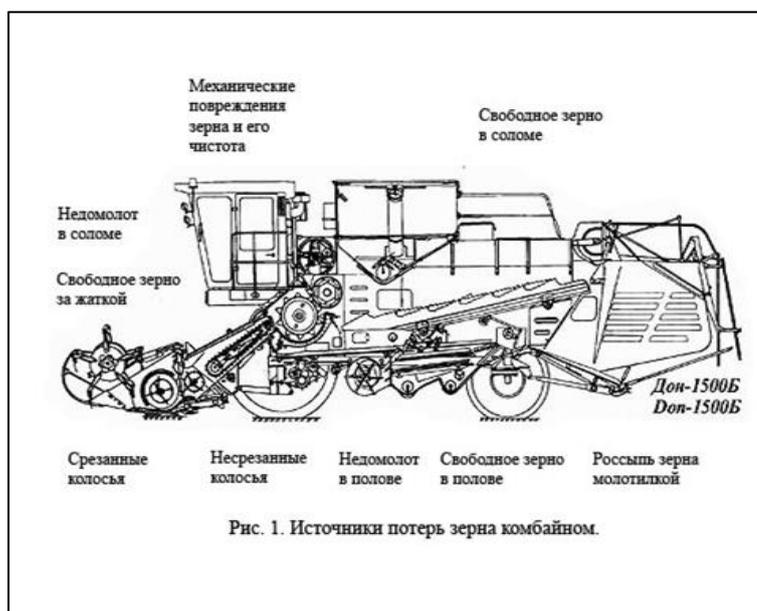


Рисунок 1 – Источники потерь зерна комбайна [7]

Во всех основных районах зернопроизводства применяют два способа уборки - прямое комбайнирование и раздельный способ. По способу сбора незерновой части урожая комбайновая технология разделяется на три вида: с копнением, измельчением и валкованием.

На уборке зерновых культур в благоприятных условиях комбайны допускают потери зерна 3-5% от урожая. Неблагоприятные метеорологические условия в период уборки, нехватка механизаторов, неправильный режим работы или нарушение технологических регулировок рабочих органов жатки или комбайна, несовершенство уборочной техники увеличивают потери зерна до 10-15%, а иногда и до 30-50%. В результате потери выращенного зерна при уборке комбайнами в нашей стране достигают 20-25 млн. тонн по РФ. По данным А.А. Ежевского (Советская Россия, 2015г) из-за недостка комбайнов потери зерна в поле также возрастает из-за несвоевременной уборки сельскохозяйственных культур [9].

Определение потерь зерна при уборке комбайнами имеет большое практическое значение.

Существуют разные способы подсчета потерь зерна, которые требуют сложное оборудование и больших трудовых затрат ГОСТ этот метод достаточно достоверный. Нами предлагается методика подсчета проросшей падалицы. На рисунках 2-4 представлены проросшие падалицы и потери зерна в колосе и свободным зерном.

По характеру проросшей падалицы можно сделать вывод, что комбайны теряют полноценное зерно рисунок 5.

Пример расчета потерь зерна в поле изображен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Вид поля со всходами падалицы после уборки комбайнами

Опыт по определению потерь зерна за комбайнами на поле (рисунок 3) проведенного 17.10.2011 года при массе 1000 зерен 37граммов и среднее количество зерен, проросших в поле после обработки дискатором на глубину 6-8см составило по опытам 650 штук потери зерна составили 240кг/га.



Рисунок 3 – Потери зерна при недомолототе и не полном срезании колоса



Рисунок 4 – Потери свободного зерна после комбайна

Метод определения потерь зерна. Определяется количество проросшей падалицы на 1 м^2 поля, повторность опыта не менее 5 раз, пробы берутся по диагонали поля, через 20 – 30 м. Рассчитывается среднее количество проросшей падалицы на 1 м^2 поля. По таблицам или по данным агрономической службы хозяйства выбирается масса 1000 зерен, данного вида культуры (пшеница, ячмень, овес, рожь). Определяются абсолютные потери зерна на 1 м^2 поля по формуле:

$$Q_1 = q \times m / 1000;$$

где Q_1 - абсолютные потери зерна на 1 м^2 , $\text{г}/\text{м}^2$

q – количество проросшей падалицы на 1 м^2 , шт/ м^2 .

m – масса 1000 зерен данной культуры, $\text{г}/\text{м}$

Абсолютные потери зерна на 1га найдем по формуле:

$$Q_2 = Q_1 \times 10000\text{ м}^2.$$

Выводы. 1. Для оценки потерь зерна в поле наиболее простым является подсчет падалицы в $\text{кг}/\text{га}$.

2. Данный метод показывает общие потери зерна за комбайном, но не показывает источник потери зерна.

3. Оценка эффективности уборки зерновых колосовых культур по количеству падалицы на 1 га, дает возможность наметить пути снижения потерь зерна в поле.

4. Литературный анализ показал, что клавишный соломотряс и воздушно-решетная очистка допускает потери зерна с массой 1000 зерен на 3-4 грамма больше, чем масса 1000 зерен в бункере комбайна.

Список литературы

1. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения

2. Буддо И.С. Влияние раздельной уборки на качество семян пшеницы / И.С. Буддо // Раздельная уборка // Иркутск: Иркутское изд-во. – 1957. – С. 73-78.

3. Гейдербрехт И.П. Проблема полного сбора урожая / И.П. Гейдербрехт // Техника и оборудование для села. – 2006. № 4. С. 38-40.

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

4. Жалкин Э.В. Обеспеченность хозяйств России зерноуборочной техникой /Э.В. Жалкин // Сельский механизатор. – 2013. - № 3. - С. 3-6.
5. Канарев Ф.М. С обмолотом под крышей / Ф.М. Канарев, И.А. Бурса, Г.Н. Поляков // Сельский механизатор. – 1987. - № 10. – С. 6-10.
6. Поляков Г.Н. Альтернативная ресурсосберегающая технология уборки зерновых культур и ее техническое обеспечение / Г.Н. Поляков // Сб. науч. тр. “Технология и средства механизации в АПК” / Улан-Уд: Улан-Уд. книж. изд-во. – 2011. – Вып. 7. – С. 58-62.
7. Поляков Г.Н. Опыт применения и сравнительные испытания почвообрабатывающе-посевных комплексов в Предбайкалье / Г.Н. Поляков, В.И. Солодун, В.М. Перевалов, М.В. Синько / Сб. статей междунар.науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию фирмы “Клаасс” / Краснодар: Книж. изд-во, 2013. – С. 154-159.
8. Пугачев А.Н. Потерям зерна – надежный заслон / А.Н. Пугачев – М.: Колос, 1981. – 159 с.
9. Чаткин М.Н. Проблемы эффективного использования зерноуборочных комбайнов / М.Н. Чаткин, В.А. Овчинников // Сб. статей междунар. науч.-практ. конф. посвящ. к 100-летию фирмы “Клаасс” // Краснодар: Книж. изд-во, 2013. – С. 16-18.

References

1. GOST 27.002-89 Reliability in technology. Basic concepts. Terms and Definitions
2. Buddo I.S. *Vlijanie razdel'noj uborki na kachestvo semjan pshenicy* [Influence of shattering harvesting on wheat seed quality]. Irkutsk, 1957, pp. 73-78.
3. Gejderbreht I.P. *Problema polnogo sbora urozhaja* [Full harvesting issues]. Tehnika I oborudovanie dlja sela [Technics and equipment for villages]. 2006, no. 4, pp. 38-40.
4. Zhalkin Je.V. *Obespechennost' hozjajstv Rossii zernouborochnoj tehnikoj* [Harvesting machines supply in Russia]. Sel'skij mehanizator [Rural mechanic]. 2013, no.3, pp. 3-6.
5. Kanarev F.M. *S obmolotom pod kryshej* [With shattering under roof]. Sel'skij mehanizator [Rural mechanic]. 1987, no. 10, pp. 6-10.
6. Poljakov G.N. *Al'ternativnaja resursosberegajushhaja tehnologija uborki zernovyh kul'tur i ee tehničeskoe obespečenie* [Alternate resource preserving technology of grain harvesting its and technical supply]. Ulan-Ude, 2011, vol. 7, pp. 58-62.
7. Poljakov G.N. *Opyt primenenija i sravnitel'nye ispytanija počvoobrabatyvajushhe-POSEVNYH kompleksov v Predbajkal'e* [Experience of appliance and comparative experiments of soil processing and seeding complex in Predbaikalie]. Krasnodar, 2013, pp. 154-159.
8. Pugachev A.N. *Poterjam zerna – nadezhnyj zaslon* [Grain loss – reliable shield]. Moscow, 1981, 159 p.
9. Chatkin M.N. *Problemy jeffektivnogo ispol'zovanija zernouborochnyh kombajnov* [Problems of effective use of grain harvesting combines]. Krasnodar, 2013, pp. 16-18.

Сведения об авторах

Дашипильчинов Солбон Бадмаевич - студент 2 курса инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89996443791, e-mail: G.Polickov@yandex.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 обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89025669965, e-mail: G.Polickov@yandex.ru).

Information about the authors

Dashpilchinov Solbon Badmaevich – 2nd year student of the faculty of engineering. Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89996443791, e_mail: G.Polickov@yandex.ru).

Polyakov Gennadiy Nikolayevich - candidate of technical sciences, associate professor of the department of technical support of agriculture of the faculty of engineering. Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89025669965, e-mail: G.Polickov@yandex.ru).

УДК- 629.33.083:004

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Духнич Е.Д., Шуханов С.Н.

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

Овладение основами компьютерной диагностики транспортных средств позволяет студенту осознанно применять полученные знания в автомобильной структуре. В данной статье представлен разбор методов диагностики транспортных средств с помощью диагностических стендов, карманных компьютеров, ноутбуков и будет представлена пошаговая диагностика транспортного средства с помощью компьютера, перечень ценовых диапазонов стендов, комплектующие диагностического оборудования, их назначение, количество функций измеряемых примесей исходящих из выхлопной системы автомобиля, а также виды компьютерных установок для диагностирования неисправностей транспортных средств.

Ключевые слова: диагностика, структура, компьютер, метод, неисправность, стенд, карманный компьютер.

COMPUTER DIAGNOSTICS OF VEHICLES

Dukhnych E.D., Shukhanov S.N.

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

Mastering the basics of computer diagnostics of vehicles will allow the student to consciously apply the knowledge gained in the automotive structure. This article provides an analysis of methods for diagnosing vehicles using diagnostic stands, handheld computers, laptops, and provides step-by-step vehicle diagnostics using a computer, a list of price ranges of stands, and types of computer stands for diagnosing vehicle malfunctions.

Key words: diagnostics, structure, computer, method, malfunction, stand, handheld computer.

Компьютерная диагностика транспортных средств представляет из себя полную проверку целостности различных систем транспортного средства, выполняемая блоком управления. Результаты диагностики отображаются на экране устройства, например в виде сигнала о неисправности на приборной панели стенда.

Цель исследования. Провести обзор технологии современной диагностики, позволяющие с помощью компьютерных установок находить неисправности в транспортном средстве.

Выполняют данный метод диагностики при определенных неисправностях:

Проверку двигателя и электронных систем проводят в случае, длительный прогрев авто, повышенный расход топлива, при неравномерной работе двигателя, затрудненный запуск, присутствуют посторонние шумы, сбит холостой ход. Так же при включении датчика Check Engine.

Проверку АКПП проводят при не включении любой передачи, вылете рычага коробки переключения передач из включенного положения, чувствуется «пинок» при увеличивании скорости движения, увеличен расход топлива и имеются подтекания масла.

Подвеску стоит проверять при неравномерном износе покрышек, скрежет, хруст во время выполнения резких и плавных поворотов или при движении на скорости, при движении на неровной поверхности (для этого проводят сход-развал на компьютерном стенде), а также при срабатывании прежде времени ABS или при увеличении свободного хода рулевого колеса.

С помощью оборудования для диагностики транспортных средств возможно посмотреть номер, маркировку ДВС, а также какой установлен ЭБУ, какими датчиками укомплектован, отсутствие датчиков, а также запустить некоторые узлы, например, вентилятор охлаждения. Так же в комплектацию стендов по электронной диагностике транспортных средств входит 4-х компонентный газоанализатор, поскольку состав смеси напрямую зависит от состояния двигателя. Прибор подключается к диагностическому стенду, а трубку на конце кладут на конец выхлопной трубы, далее после запуска двигателя газоанализатор покажет отношение реально поступившего воздуха к тому количеству, которое необходимо для полного сгорания смеси, например, если λ (лямбда) выше 1 то смесь бедная, если ниже смесь богатая, датчик температуры охлаждающей жидкости.

Кроме лямбды на газоанализаторе установлены показатели количества угарного газа CO и пары бензина (СН), по показанию СН можно определить неисправность свечей, высоковольтных проводов, компрессию.

К бортовым системам подключают сканер, который считывает все транслируемые автомобильные датчики. Полученные коды необходимо расшифровать специалисту, но имея доступ к литературе данную операцию можно выполнить. На основе полученной информации выносят решение об исправлении ошибок, если таковы имеются.

Метод диагностики. В первую очередь проводят полный осмотр автомобиля с помощью стенда и считывают всю информацию, кроме кодов ошибок.

Данные же проверяют следующим способом: для начала проводят проверку электронной часть автомобиля и если присутствуют ошибки, тогда

последующая проверка системы не имеет смысла. Через некоторый промежуток времени сканер должен дать разрешение на просмотр эксплуатационных данных в условиях движения. После прохождения процедуры необходимо стереть все ошибки и проверить всю систему повторно.

Виды диагностического оборудования. Стационарные установки – они имеют большой диапазон проверки всей системы автомобиля, данный агрегат имеет большую стоимость в сотни тысяч рублей, но полностью универсальным и проверенным временем, а также качеством.

Специализированные дилерские сканеры – многофункциональные цифровые устройства, представляющие собой комбинацию установок с базой имеющей сменный картридж для конкретной марки и модели автомобиля, данные сканеры используют именно в дилерских центрах, так как они специализируются на одной или двух марках автомобилей.

Миниатюрные карманные компьютеры – для полной и всесторонней диагностики автомобиля требуется исследование в рабочем режиме (то есть в движении), то наиболее удобными являются системы на базе миниатюрных карманных компьютеров. Такие устройства, в некоторых случаях, можно будет использовать и как бортовой контроллер для измерения различных параметров транспортного средства (по ценовой категории они обойдутся гораздо дешевле) [1].

Бюджетный вариант – так как в наше время почти у каждого есть ноутбук, с помощью него можно будет самостоятельно диагностировать транспортное средство. Рассмотрим этот вариант диагностики более подробно, так как это является для обычного владельца транспортного средства самым выгодным способом диагностики [2].

Оборудование для данного способа диагностики транспортного средства:

1. Ноутбук
2. Доступ к подключению через Wi-Fi или же Bluetooth адаптер;
3. «Smart Scan Tool» [3];
4. Программа диагностики ТС;
4. Базы данных по расшифровке кодов ошибок – с каждым годом они обновляются и добавляются все новые модели транспортных средств, можно взять в сети интернет в свободном доступе;
5. Дата-кабель (необходим при отсутствии доступа к Wi-Fi).

Компьютер. Для проведения проверки машины в условиях, где нет возможности использовать компьютер, более прост и удобен смартфон. Но только ноутбук даст более обширные возможности проведения процедуры [4].

Сканер. Он преобразует информацию от бортового компьютера для их обработки и вывода в общепонятный вид.

Но именно в нашем случае интерес имеем к универсальным адаптерам, умеющим работать с множеством видов авто.

Диагностика с помощью ноутбука очень проста, необходимо лишь знать пошаговую инструкцию по проведению компьютерной диагностики [5]:

1. Подготовка необходимого оборудования.
2. Запуск ноутбука, на котором должна быть установлена специальная утилита.
3. Далее найдите диагностический разъем в салоне автомобиля (может находиться либо под рулевой рейкой, либо под приборной панелью или же под капотом) [9].
4. Подключение сканера к разъему (загорается индикатор подключения).
5. Обязательно проверьте соединение Bluetooth-корректора и после данной операции выполните сопряжение устройств.
6. Затем запустите программу диагностики и подсоедините провод от диагностического разъема автомобиля.
7. При верном подключении программа сигнализирует о подключении к авто и непременно произведет обработку данных, далее выведет на экран параметры состояния вашего автомобиля;
8. Если целесообразна полная проверка, сохраните коды выявленных ошибок в файл и проанализируйте их с помощью баз данных [6].

Выводы. 1. Подключение к электронному блоку управления автомобиля способствует сокращению времени ремонта или простоя транспорта.

2. Использование компьютерной диагностики электронных систем автомобиля способствует более качественному ремонту его технических систем.

3. Сервисные службы предприятий должны быть оборудованы необходимыми техническими средствами диагностики современных тракторов и машин.

Список литературы

1. Компьютерная диагностика [Электронный ресурс] / Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 22.09.2019).
2. *Мартин Т.* Диагностика и ремонт автомобильного электрооборудования / *Т. Мартин.* – Москва, Эксмо, 2017. 160 с.
3. *Мельников И.В.* Иномарки. Техобслуживание / *И.В. Мельников.* – Москва: изд-во, 2012. – 43 с.
4. *Петров В.М.* Электрооборудование, электронные системы и бортовая диагностика автомобилей / *В.М Петров.* – Ульяновск: изд-во Ульяновский ГТУ, 2005. – 120 с.
5. *Тюнин А.А.* Диагностика электронных систем управления двигателями легковых автомобилей / *А.А. Тюнин.* – Москва: изд-во Ремонт и Сервис 21, 2007. – 352 с.
6. *Яковлев В.Ф.* Диагностика электронных систем автомобиля / *В.Ф. Яковлев.* – Самара: изд-во Самарского ГТУ, 2010. – 125 с.

References

1. Kompyuternaya diagnostika [Computer diagnostics] [Electronic resource] / Wikipedia. Loose encyclopedia. - Access mode: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (accessed date: 09/22/2019).
2. Martin T. *Diagnostika i remont avtomobilnogo elektrooborudovaniya* [Diagnostics and repair of automotive electrical equipment] / T. Martin. – Moscow, Eksmo, 2017. 160 P.
3. Melnikov I.V. *Inomarki. Tekhobsluzhivaniye* [Foreign cars. Maintenance] / I.V. Melnikov. – Moscow: Publishing House, 2012. – 43 P.
4. Petrov V.M. *Elektrooborudovaniye. elektronnyye sistemy i bortovaya diagnostika avtomobiley* [Electrical equipment, electronic systems and on-board vehicle diagnostics] / V.M. Petrov. – Ulyanovsk: publishing house Ulyanovsk State Technical University, 2005. – 120 p.
5. Tyunin A.A. *Diagnostika elektronnykh sistem upravleniya dvigatelyami legkovykh avtomobiley* [Diagnostics of electronic engine control systems for cars] / A.A. Tyunin. – Moscow: Publishing House Repair and Service 21, 2007. – 352 p.
6. Yakovlev V.F. *Diagnostika elektronnykh sistem avtomobilya* [Diagnostics of electronic systems of a car] / V.F. Yakovlev. - Samara: publishing house of the Samara State Technical University, 2010. – 125 p.

Сведения об авторах

Духнич Евгений Дмитриевич – студент 3 курса инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89500922202, e-mail: 100evg.duh@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. 89996849247, e-mail: shuhanov56@mail.ru).

Information about authors

Duhnich Evgeny Dmitrievich – student of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny tel 89500922202, e-mail: 100evg.duh@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 region, Irkutsk district, Molodezhny tel 89996849247, e-mail: 100evg.duh@mail.ru).

УДК 621.43

ОБЩИЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ФОРСИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Егоров И.Б., Шуханов С.Н.

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

Понятие форсирования двигателя предполагает реализацию целого комплекса работ по доработке штатной заводской конструкции ДВС. В современном автомобиле огромное количество узлов и агрегатов, функционирование которых в той или иной мере связано друг с другом. Поэтому бездумное вмешательство в конструкцию ни к чему хорошему не приводит. Форсирование двигателей как способ изменения их рабочих

характеристик как раз и предполагает проведение комплексных мероприятий с учётом взаимодействия всех систем. И учёт этот основан на понимании физических процессов, происходящих как в самом моторе, так и узлах, его обслуживающих, от системы охлаждения до выхлопной трубы. Если быть более конкретным, то существуют только два фактора, определяющие мощностные параметры автомобиля: мощность мотора и его крутящий момент. Поэтому огромная доля усилий при форсировании двигателей направлена на увеличение именно этих характеристик

Ключевые слова: форсирование, мощность, автомобиль, двигатель, модификация.

ANALYSIS OF METHODS OF SPEEDING UP OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Egorov I.B., Shukhanov S.N.

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

The concept of forcing the engine involves the implementation of a whole range of works to finalize the standard factory design of the engine. In a modern car, there are a huge number of components and assemblies, the functioning of which is in one way or another connected to each other. Therefore, thoughtless interference with the design does not lead to anything good. Boosting engines as a way to change their performance characteristics just involves carrying out complex measures taking into account the interaction of all systems. And this accounting is based on understanding the physical processes that occur both in the engine itself and in the nodes that serve it, from the cooling system to the exhaust pipe. To be more specific, there are only two factors that determine the power parameters of the car: the power of the motor and its torque. Therefore, a huge share of efforts when boosting engines is aimed at increasing these characteristics

Key words: boost, power, car, engine, modification.

Практически все бензиновые и дизельные двигатели в большей или меньшей степени пригодны для форсирования. Форсировка может привести как к уменьшению, так и к увеличению моторесурса двигателя, в зависимости от того, какие именно работы производятся. Ресурс любого двигателя напрямую зависит от режима эксплуатации автомобиля. Если машина эксплуатируется в нормальных, средних режимах на хорошем масле, то двигатель будет служить очень долго.

К примеру, если взять заводской мотор и тюнинговый, собранный “с нуля” в специализированном центре опытными мастерами, то при одинаковых условиях эксплуатации второй двигатель пройдет в два раза больше. Это означает, что ресурс тюнингового двигателя примерно в два раза превышает заявленный заводом-изготовителем. Причина этого в том, что при массовом производстве просто нет времени возиться с каждым мотором, выверяя доли миллиметров в зазорах, подбирая поршни по весу.

Моторесурс форсированного двигателя, а следовательно и его износ зависят, прежде всего от степени форсировки, нагрузки, условий эксплуатации и качества горюче-смазочных материалов. Режимы максимальных нагрузок в повседневной жизни используются крайне редко и, как правило, непродолжительное время. Поэтому можно смело утверждать,

что при тюнинге ресурс двигателя практически не меняется. И, даже наоборот, может измениться в сторону увеличения. Доводка двигателя это, в большинстве случаев — индивидуальная высококвалифицированная ручная работа, точная подгонка, развесовка, балансировка ДВС. Используется самый современный инструмент, постоянно накапливается опыт и изучаются технологии. Разумеется, качество работы в этом случае не сопоставимы с конвейерной сборкой [2].

Рассмотрим практические методы повышения мощности двигателя:

Увеличение рабочего объема двигателя.

Увеличение степени сжатия.

Уменьшение механических потерь.

Увеличение наполнения цилиндров.

Чип-тюнинг.

Рассмотрим каждый из перечисленных методов по отдельности.

Увеличение рабочего объёма двигателя. Увеличить рабочий объем двигателя можно: заменив коленчатый вал на другой с большим ходом, увеличив диаметр цилиндра или то и другое одновременно [9]. Не надо забывать, что при изменении объема двигателя, необходимо увеличить объем камеры сгорания — для компенсации увеличения объема цилиндра.

Доработка головки блока цилиндров так же играет одну из важнейших ролей в модернизации. Правильно проведенная работа способна добавить ещё 20% мощности установке. Увеличиваем объем цилиндров. Чем больше объем — тем выше мощность. Это самое элементарное правило. Увеличение происходит при помощи «расточки» блока цилиндров, она должна происходить строго по технологиям! Важно сначала найти подходящие поршни, для большего размера, шатуны и прочие «детали» и только потом растачивать блок. Таким образом — можно добиться хорошего прибавления объема двигателя. Так, например, 1,6 литровый вариант легко можно догнать до 1,8, а в некоторых случаях и 2,0 литрового. Зачастую увеличение объема это всего лишь средство повышения мощности, однако, стенки блока остаются все же не из такого прочного металла (сплавы алюминия или чугуна), поэтому при форсировании зачастую устанавливаются специальные износостойкие гильзы. Они как бы вставляются в отверстия блока и «противостоят» нагрузкам при очень высоких оборотах [4].



Рисунок 1 – Расточка блока цилиндров

Поскольку камера сгорания является местом, в котором протекают основные рабочие процессы силовой установки, именно на её улучшение направлена основная работа. От камеры сгорания напрямую зависят такие процессы, как смесеобразование, продувка, воспламенение, горение. Что бы улучшить их, камеру полируют, увеличивают впускные и выпускные каналы, проходные сечения головки блока цилиндров, улучшают клапана, коллекторы и др.

Увеличение степени сжатия

Степень сжатия — отношение полного объёма цилиндра (надпоршневого пространства цилиндра двигателя внутреннего сгорания при положении поршня в нижней мёртвой точке, НМТ) к объёму камеры сгорания (надпоршневого пространства цилиндра при положении поршня в верхней мёртвой точке, ВМТ). Увеличенная степень сжатия позволяет значительно повысить КПД двигателя [7].

Степень сжатия имеет зависимость от фаз газораспределения [5]. Если точнее, то степень сжатия зависит от той задержки, с которой осуществляется закрытие впускного клапана. Поэтому на двигатель устанавливают модифицированный распределительный вал. Такое конструктивное решение позволяет сдвинуть диапазон мощности относительно условий эксплуатации агрегата. Таким образом, на определённых режимах работы мотора, будут изменены фазы газораспределения, и двигатель получит прирост мощности.

Также степень сжатия можно повысить, установив между блоком цилиндров и головкой блока более тонкую прокладку. Однако здесь существует вероятность, что из-за изменения расстояния хода поршня клапан может столкнуться с поршнем, что чревато большими неприятностями. Так что на практике тонкую прокладку используют крайне редко, и если применяют, то тщательно всё рассчитывают. Ситуацию можно исправить, установив модернизированные поршни, у которых имеется более глубокая выемка.

Уменьшение механических потерь. К механическим потерям при работе силовой установки можно отнести: потери на трение, насосные потери, потери на привод механизмов мотора.

Самое сильное трение происходит в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания. Для уменьшения силы одними из способов является установка поршней с меньшей площадью юбки. Кроме того, уменьшают ход поршня, подгоняют поршни и детали кривошипно-шатунного механизма по весу, производят балансировку.

К насосным потерям относят потери мощности на всасывание двигателем воздуха. Приводы газораспределительного механизма, генератора, помпы и др. так же требуют энергии. В идеале при форсировании силовой установки все их необходимо уравновесить, с целью уменьшения и равномерного распределения мощности. Иногда для этого достаточно

воспользоваться изменением передаточного отношения.

Установка сухого картера так же положительно сказывается на экономии мощности. При движении транспортного средства, в обычном картере происходит колебание излишков масла, которые, попадая на коленчатый вал и другие механизмы, вызывают их дисбаланс. Как следствие, потери мощности на противостояние ему. Сухой картер минимизирует эти потери [3].

Увеличение наполнения цилиндров

Принцип метода: снизить аэродинамическое сопротивление во впускной и выпускной системе, в каналах головки блока цилиндров. Для увеличения коэффициента наполнения цилиндров выполняются работы по полной замене впуска и выпуска или их модификации. Кроме того, параллельно устанавливается раздельный выпускной коллектор, прямоточная выхлопная система и воздушный фильтр нулевого сопротивления.

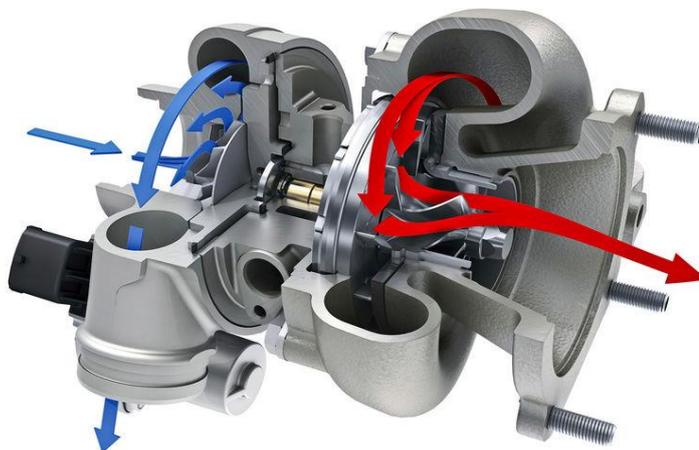


Рисунок 2 – Работа турбокомпрессора

Очень эффективный способ поднятия мощности – установка турбокомпрессора. Он является важнейшим элементом поднятия производительности. Принцип прост – на автомобиль устанавливается такое оборудование, которое позволяет поднять давление перед впускным клапаном — тогда воздуха в цилиндре "поместится" больше. При использовании турбокомпрессора улучшается наполнение цилиндров свежим зарядом, что позволяет сжигать в цилиндрах большее количество топлива и получать за счет этого более высокую агрегатную мощность двигателя [1, 10].

Чип-тюнинг. Чип-тюнинг – является, пожалуй, самым простым способом увеличения мощности двигателя, но пойти по этому пути можно, только если двигатель имеет впрыск с электронным управлением. Никаких механических переделок не требуется, суть чип-тюнинга - в замене программы блока управления двигателем путем перепрограммирования. При этом изменяется алгоритм управления впрыском и опережением зажигания.

Этим способом мощность мотора можно поднять на 5-10%. Но не безболезненно - практикуемая в таких случаях отмена ограничения максимальных оборотов ведет к повышению износа двигателя, а увеличение подачи топлива на переходных режимах подразумевает увеличение его расхода. Наибольший эффект "чип-тюнинг" дает на турбированных двигателях, особенно на турбодизелях, где есть возможность повысить давление наддува [6, 8].

Таким образом, форсирование представляет собой весьма сложный, дорогостоящий, требующий тонких расчетов процесс. Здесь задействованы многие узлы и агрегаты автомобиля. Такие работы проводятся профессионалами с пониманием того, зачем и как это делается. Форсирование двигателя позволяет эффективно повысить его мощность и крутящий момент.

Список литературы

1. Синявский В.В., Иванов И.Е. Форсирование двигателей. Системы и агрегаты наддува: учебное пособие – М.: МАДИ, 2016. – 112 с.
2. Методы форсирования двигателей / Сообщество машин и людей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.drive2.ru/b/846976> - 7.02.2020
3. Теория и практика форсирования двигателей / Подсказки для водителя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://drivertip.ru/osnovy/chto-takoe-forsirovannyj-dvigatel.htm> - 12.02.2020
4. Что такое форсированный двигатель? / Автомобильный блог «AVTO-BLOGGER» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://avto-blogger.ru/tyuning/chto-takoe-forsirovannyj-dvigatel-tolko-pravda-i-video-material.html> - 12.02.2020
5. Как форсировать двигатель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://carwin-motors.ru/remont/kak-forsirovat-dvigatel.html> - 13.02.2020
6. Способы форсирования двигателя. Мощностной тюнинг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.edial.ru/articles/engine-tuning> - 13.02.20
7. Дьяченко В.Г. Теория двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие – 2009 – 507 с.
8. Книга о тюнинге автомобиля / Авто сайт «Автомастер». Всё про машины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://amastercar.ru/tuning/forsazh.shtml> - 15.02.20
9. Расточка двигателя / Reedr.ru – интернет-журнал про технологии вокруг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reedr.ru/auto/rastochka-dvigatelya> - 18.02.20
10. Устройство и принцип работы турбокомпрессора / ТехАвтоПорт про автомобили в деталях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://techautoport.ru/dvigatel/vpusknaya-sistema/turbokompressor.html> - 20.02.20

References

1. Sinyavsky V. V., Ivanov I. E. *Forsirovanie dvigateley. Systemy i agregaty nadduva* [Forcing engines. Systems and units of pressurization]: uchebnoe posobie – M.MADI. 2016 – 112 p.
2. *Metody forsirovania dvigateley* [Methods of forcing engines] / *Soobshestvo mashin i ludey* [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.drive2.ru/b/846976> - 7.02.2020
3. *Teoria i praktika forsirovania dvigateley* [Theory and practice of forcing engines] / *Podskazki dla voditela* [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://drivertip.ru/osnovy/chto-takoe-forsirovannyj-dvigatel.html> - 12.02.2020

4. *Что takoe forsirovany dvigatel?* [What is a boosted engine?] / *Avtomobiliniy blog «AVTO-BLOGGER»* [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://avto-blogger.ru/tyuning/chto-takoe-forsirovannyj-dvigatel-tolko-pravda-i-video-material.html> - 12.02.2020

5. *Kak forsirovt` dvigatel* [How to force the engine] [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://carwin-motors.ru/remont/kak-forsirovat-dvigatel.html> - 13.02.2020

6. *Sposoby forsirovania dvigatelya. Moshnostnoy tuning* [Methods of forcing the engine. Power tuning] [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.edial.ru/articles/engine-tuning> - 13.02.20

7. Dyachenko V.G. *Teoria dvigateley vnutrennego sgorania* [Theory of internal combustion engines]: uchebnoe posobie – 2009 – 507 p.

8. *Kniga o tuninge avtomobila* [Book about tuning a car] / *Avto sayt «Avtomaster»*. *Vse pro mashiny* [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://amastercar.ru/tuning/forsazh.shtml> - 15.02.20

9. *Rastochka dvigatelya* [Engine boring] / *Reedr.ru* – internet-shurnal pro tehnologii vokrug [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://reedr.ru/auto/rastochka-dvigatelya> - 18.02.20

10. *Ustroistvo i princip raboty turbocompressora* [The device and principle of operation of the turbocharger] / *TehAvtoPort pro avtomobili v detalah* [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://techautoport.ru/dvigatel/vpusknaya-sistema/turbokompressor.html> - 20.02.20

Сведения об авторах

Егоров Игорь Борисович – студент 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, пос. Молодежный тел. 89996849247, e-mail: Shuhanov56@mail.ru).

Information about the authors

Egorov Igor Borisovich – student of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, 89041209854 telephone, 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 region, Irkutsk district, Molodezhny, 89996849247 telephone, e-mail: Shuhanov56@mail.ru).

УДК 631.356.4:658.562

ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ КЛУБНЕЙ ПРИ УБОРКЕ КАРТОФЕЛЯ УБОРОЧНЫМИ МАШИНАМИ

Елисеев И.Е., Кузьмин А.В.

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

В статье проанализированы процессы повреждения клубней при уборке картофеля и рассмотрен анализ рабочих органов картофелеуборочных машин. Природные условия

Иркутской области несколько отличаются от, например, Республики Бурятия и Забайкальского края, поэтому, зная, что уровень механических повреждений клубней картофеля при уборке зависит от конструкции рабочих органов уборочной машины, а сама конструкция должна соответствовать определенным природно-климатическим условиям мы предлагаем использовать роторные сепарирующие рабочие органы. Клубни, сошедшие с сепаратора, попадали на сетчатую сортировку с квадратными ячейками размером 50x50 мм, разделялись на две фракции и выносились на два переборочных стола. Сепаратор показал большую надёжность в работе и высокую эффективность отделения примесей. При обработке различных по влажности (до 30%) и по содержанию примесей (до 4% растительных и до 35% почвенных) полнота выделения растительных примесей была не ниже 98%, почвенных - не ниже 97%. Забивание сепарирующей поверхности растительностью полностью отсутствовало.

Ключевые слова: картофель, растительные примеси, роторный сепаратор, картофелекопатель, сепарирующая поверхность.

THE DAMAGE TO TUBERS WHEN HARVESTING POTATOES ON HARVESTER

Eliseev I., Kuzmin A.

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

The article analyzes the processes of damage to tubers during potato harvesting and analyzes the working organs of potato harvesters. The natural conditions of the Irkutsk region differ somewhat from, for example, the Republic of Buryatia and the TRANS-Baikal territory, so knowing that the level of mechanical damage to potato tubers during harvesting depends on the design of the working bodies of the harvesting machine, and the design itself must meet certain natural and climatic conditions, we suggest using rotary separating working bodies. Tubers that came off the separator were placed on a grid sorting with square cells of 50x50 mm in size, divided into two fractions and carried out on two bulkhead tables. The separator has shown great reliability in operation and high efficiency of separation of impurities. When processing different moisture content (up to 30%) and the content of impurities (up to 4% vegetable and up to 35% soil), the completeness of the separation of vegetable impurities was not less than 98%, soil - not less than 97%. There was no clogging of the separating surface with vegetation.

Key words: potatoes, vegetable impurities, rotary separator, potato sorting point, separating surface.

В настоящее время всё большее внимание уделяется проблеме повреждения клубней, от которой зависит сохранность картофеля во время зимнего хранения. Различают механические повреждения и повреждения, вызываемые болезнями и вредителями. Однако из всего этого многообразия повреждений наибольшее значение имеют механические повреждения клубней. Поскольку такие организмы, как бактерии и грибки, не могут проникнуть через неповрежденную кожуру и получают доступ в ткани клубня только при механических повреждениях. Поэтому инфекция зависит от наличия механических повреждений, а устойчивость к последним обеспечивает защиту клубней от болезней. Так, например, потери картофеля, поврежденного при уборке, достигают при хранении 66,4 % по сравнению с 1,9 % у неповрежденного [7].

В период массовой уборки применяемые комплексы машин, по данным ряда исследований [1, 2, 5, 6, 7, 8], повреждают от 15 до 47 % клубней картофеля, причем основная доля повреждений приходится на картофелеуборочный комбайн (до 22%) [4]. Поэтому, зная, что уровень механических повреждений клубней картофеля при уборке зависит от конструкции рабочих органов уборочной машины, а сама конструкция должна соответствовать определенным природно - климатическим условиям [7, 10] мы предлагаем использовать роторные сепарирующие рабочие органы, которые при хорошем крошении почвенного пласта меньше повреждают клубни (4-5%) [9].

Роторный сепаратор испытывали в конструкции картофелекопателя, он отработал полный сезон уборки картофеля.

Уборка картофеля производилась с последующим ручным подбором.

С целью провести анализ движения клубней на роторном сепараторе была сделана киносъемка, что дало возможность достаточно подробно проанализировать движение клубней по сепарирующей поверхности. Результаты киносъемки подтвердили теоретические предположения и выводы.

Большинство клубней падает на второй сверху вал сепаратора и после однократного соударения с пальцем ротора поступает на горизонтальную сепарирующую поверхность (см. рисунок).

Отчётливо виден момент удара клубня о палец ротора, вызывающий прогиб пальца. Киносъемка позволила определить время удара клубня о ротор. При скорости съемки 64 кадра в секунду клубень находится в контакте с пальцем ротора на 4-х кадрах, а при скорости киносъемки 48 кадров в секунду - на трёх кадрах. Следовательно, время удара будет 0,06 с.

Для большей наглядности соответствия теории и эксперимента полученные в результате киносъемки траектории движения клубней показаны на рисунке.

В лабораторно-полевых опытах ставилось целью выделить существенные факторы, влияющие на сепарацию растительных примесей, оценить залипание поверхности при увеличении влажности вороха, определить возможные потери и повреждения клубней.

Поисковые лабораторно-полевые опыты были выполнены в конце августа - начале сентября. Экспериментальный роторный сепаратор установили на картофелекопатель. Картофельный ворох подавался наклонным транспортером на сепаратор, далее клубни разделялись на две фракции сетчатой сортировкой и поступали на распределительные транспортеры. Картофель мог загружаться в контейнеры, на площадку накопления или в кузов транспортного средства.

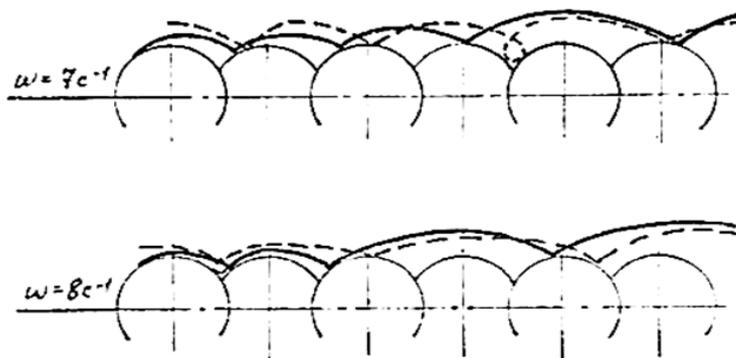


Рисунок 1 - Траектории движения клубней по горизонтальной сепарирующей поверхности при различной угловой скорости вращения роторов

Производительность сепаратора достигала 10 кг/с (36 т/ч), но с ростом подачи качественные показатели работы снижались. Полнота выделения растительных примесей изменялась от 79% при подаче 36 т/ч до 63% при подаче 18 т/ч. Трёх валов наклонной части для эффективной сепарации оказалось недостаточно.

Была получена зависимость потерь мелких клубней, выносимых с примесями, от угла наклона сепарирующей поверхности. С уменьшением угла наклона менее 35° потери медленно возрастали, при наклоне в 25° составили 5,8%, при дальнейшем уменьшении угла наклона клубни потоком идут вверх. Однако с уменьшением угла наклона транспортирование растительных примесей улучшается.

Повреждаемость клубней сепаратором сводилась к минимальной: незначительный обдир кожуры (менее 1/4 поверхности) был отмечен у 2% клубней.

Полностью отсутствовало забивание всей сепарирующей поверхности растительностью. Часть примесей, не выделенная сепаратором, уходила по его поверхности вместе с клубнями, не наматываясь на валы.

Хорошо зарекомендовал себя новый сепаратор при повышенной влажности обрабатываемого вороха. При влажности до 28% залипаемость поверхности практически отсутствовала, при влажности до 32% была незначительной и на качестве сепарации не сказывалась.

Эти показатели достигнуты за счёт того, что поверхность образована эластичными пружинящими пальцами роторов, смягчающими удары клубней и обладающими способностью к самоочистке.

Почвенные примеси выделялись эффективнее растительных. Полнота выделения составила 94-98%. Однако, при подаче обрабатываемой массы более 30 т/ч наблюдалось её скапливание на сепарирующей поверхности и снижение полноты выделения примесей. Очевидно, для оптимального протекания процесса сепарации частоту вращения роторов необходимо увеличить при неизменном значении перекрытия пальцев.

В результате лабораторно-полевых опытов было доказано, что процесс сепарации растительных и почвенных примесей, разработанный теоретически, возможен на практике, но нуждается в дальнейших экспериментальных исследованиях. Выявлена необходимость экспериментального изучения взаимосвязи частоты вращения роторов, перекрытия их пальцев, подачи массы и угла наклона сепарирующей поверхности как основных факторов, влияющих на процесс выделения растительных примесей. Поисковые опыты позволили получить необходимые данные для дальнейших исследований.

Для оптимизации режима работы сепаратора почвенных примесей были проведены исследования на опытном картофелекопателе. Наиболее рациональный режим частоты вращения валов - 71-73 об/мин, что согласуется с теоретическими расчётами.

Пальцы роторов хорошо очищали клубни от налипшей почвы, практически не обдирая кожуру. При влажности вороха до 28% поверхность сепаратора не залипала благодаря высокой степени самоочистки. Кроме перечисленных положительных свойств, необходимо отметить, что принятая форма пальцев роторов и их число решили проблему забивания роторных сепараторов растительными примесями: независимо от режима работы и величины подачи вороха растительные примеси переносились по поверхности сепаратора.

Основную часть примесей, содержащихся в обработанном сепаратором картофеле, составили прочные почвенные комки, соразмерные с клубнями. Однако, по мере прохождения по сепарирующей поверхности комки уменьшались в размерах. Поэтому есть основание полагать, что при увеличении длины поверхности часть комков будет отделена, но только при значительной влажности вороха. Непрочные почвенные комки сепаратором разрушаются.

Наилучший режим совпадает с полученным из теоретического анализа и находится в пределах 69-74 об/мин. При этом средняя полнота выделения примесей составляет 85%. Следует подчеркнуть, что условия работы сепаратора специально выбраны экстремальными для реальных условий уборки картофеля.

Дополнительные исследования были проведены с целью выявления зависимости полноты выделения почвенных примесей от продольного угла наклона сепарирующей поверхности. Опыты проводились по сокращённому плану. Было выбрано 2 значения подачи - 10 кг/с и 12,5 кг/с - при постоянном количестве примесей в ворохе 50%. Сепаратор устанавливали под углом +15° и -15° к горизонтали. Частоту вращения валов изменяли в области, близкой к оптимальной, найденной из предыдущих опытов: 60, 70 и 80 об/мин.

Анализируя полученные зависимости, можно сделать вывод, что при подаче 10 кг/с оптимальный режим работы близок к установленному для горизонтального положения сепаратора как при положительном, так и при

отрицательном угле наклона сепаратора. При увеличении подачи, как и в случае горизонтального расположения сепаратора, график выравнивается и показывает, что при подаче 12,5 кг/с полнота выделения почвенных примесей фактически не зависит от продольного угла наклона сепарирующей поверхности до 15°. Качество работы сепаратора стабильнее при положительном угле наклона: полнота выделения примесей остается постоянной при частоте вращения роторов от 80 до 75 об/мин.

Выводы. В результате экспериментальных исследований были установлены оптимальные параметры и режимы работы сепаратора для выделения почвенных примесей из вороха картофеля: оптимальная подача массы 10-11 кг/с (36-40т/ч); перекрытие пальцев роторов 25 мм; частота вращения валов сепаратора 71-73 об/мин.

Список литературы

1. *Белевич П.К.* К анализу способов разрушения почвенных комков и пласта картофельной грядки / *П.К. Белевич* // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. - М., 1966.
2. *Безрукий Л.П.* Исследование процесса разрушения почвенных комков и повреждаемости клубней на рабочих органах картофелеуборочных машин: Дис. ... канд. техн. наук / *Л.П. Безрукий*. – Минск, 1962.
3. *Бжезовская А.И.* Исследование сопротивления клубней картофеля механическим повреждениям, вызываемым динамическими нагрузками: Дис. ... канд. техн. наук / *А.И. Бжезовская*. - Минск, 1970.
4. *Большешапова, Н.И., Бурлов, С.П.* Перспективные гибриды картофеля конкурсного испытания [Текст] / *Н.И. Большешапова, С.П. Бурлов* // Вестник ИрГСХА, 2019, выпуск 92, июнь. – С. 7-16.
5. *Вольников А.И.* Исследования рабочего процесса посадочного аппарата картофелесажалки и показателей прочности клубней картофеля: Дис. ... канд. техн. наук / *А.И. Вольников*. - Горький, 1972.
6. *Гагулина В.Г.* Исследование причин повреждения клубней картофеля при посадке вычерпывающим аппаратом и изыскание способов их снижения: Дис. ... канд. техн. наук / *В.Г. Гагулина*. - Л., 1980.
7. *Кузьмин А.В.* Методы снижения повреждаемости клубней картофеля и совершенствования картофелеуборочных машин: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 [Текст] / *А.В. Кузьмин*. - М., 2005. – 238 с.
8. *Остроумов, С.С.* Параметры и режимы работы роторного сепаратора для повышения эффективности растительных примесей от клубней картофеля: Дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 [Текст] / *С.С. Остроумов*. –Л.: НПО "Нечерноземагромаш", 1991. – 163 с.
9. *Остроумов, С.С.* Направления развития картофелеуборочных машин с целью снижения повреждаемости картофеля / *С.С. Остроумов, А.В. Кузьмин, М.К. Бураев*: Монография. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2014. – 227 с.: ил. – ISBN.
10. *Порошин Д.Н.* Повышение эффективности сепарирующих рабочих органов картофелекопателя путем оптимизации их параметров и режимов работы: Дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 [Текст] / *Д.Н. Порошин*. – СПб, 2002.- 137 с.

References

1. *Belevich P. K.* K analizu sposobov razrusheniya pochvennykh komkov i plasta kartofelnoy gryadki [To the analysis of methods of destruction of soil lumps and layer of potato beds] / *P. K. Belevich* // Mechanization and electrification of socialist agriculture. - M., 1966.

2. Bezruky L. P. Issledovaniye protsessa razrusheniya pochvennykh komkov i povrezhdayemosti klubney na rabochikh organakh kartofeleuborochnykh mashin [Study of the process of destruction of soil lumps and damage to tubers on the working bodies of potato harvesters]: Dis. kand. tech. Sciences / L. p. Bezruky. - Minsk, 1962.
3. Brezovska A. I. Issledovaniye soprotivleniya klubney kartofelya mekhanicheskim povrezhdeniyam. vyzyvayemym dinamicheskimi nagruzkami [Study of resistance of potato tubers to mechanical damage caused by dynamic loads]: Dis. ... kand. tech. Sciences / A. I. Brezovska. - Minsk, 1970.
4. Bolsheshapova, N. I., Burlov, S. P. Perspektivnye gibridy kartofelya konkursnogo ispytaniya [Promising potato hybrids for competitive testing] / N. I. Bolsheshapova, S. P. Burlov // Vestnik Irgsha, 2019, issue 92, June. - pp. 7-16.
5. Volnikov, A. I. Issledovaniya rabocheho protsessa posadochnogo apparata kartofelesazhalki i pokazateley prochnosti klubney kartofelya [The study of the working process of the planting machine and indicators of potato tubers strength]: Dis. ... kand. tech. Sciences / A. Volnikov. - Gorky, 1972.
6. Gagulina V. G. Issledovaniye prichin povrezhdeniya klubney kartofelya pri posadke vycherpyvayushchim apparatom i izyskaniye sposobov ikh snizheniya [Investigation of the causes of damage to potato tubers during planting with a scooper and finding ways to reduce them]: Dis. ... kand. tech. Sciences / V. G. Gagulina. - L., 1980.
7. Kuzmin A.V. Metody snizheniya povrezhdaemosti klubnej kartofelya i sovershenstvovaniya kartofele-uborochnykh mashin [Methods for reducing damage to potato tubers and improving potato harvesting machines]: Dis. ... d-RA tekhn. Sciences: 05.20.01 / A.V. Kuzmin. - Moscow, 2005. – 238 p.
8. Ostroumov, S. S. Parametry i rezhimy raboty rotornogo separatora dlya povysheniya effektivnosti ras-titel'nykh primesej ot klubnej kartofelya [Parameters and operating modes of the rotary separator for increasing the efficiency of plant impurities from potato tubers]: Dis. ... kand. Techn. Sciences: 05.20.01 / S. S. Ostroumov. –Leningrad: NPO "Nechernozemnoy", 1991. – 163 p.
9. Ostroumov, S. S. et all Napravleniya razvitiya kartofeleuborochnykh mashin s cel'yu snizheniya povrezhdaemosti kartofelya [Directions of development of potato harvesting machines to reduce potato damage] / S. S. Ostroumov, A.V. Kuzmin, M. K. Buraev: Monograph. – Irkutsk: publishing house of ISAA, 2014. – 227 p.: Il. - ISBN.
10. Poroshin D. N. Povyshenie effektivnosti separiruyushchih rabochih organov kartofelekopatelya putem optimizacii ih parametrov i rezhimov raboty [Improving the efficiency of separating working bodies of the potato digger by optimizing their parameters and operating modes]: Dis. ... kand. Techn. Sciences: 05.20.01 [Text] / D. N. Poroshin. - - SPb, 2002.- 137 p.

Сведения об авторах

Елисеев Илья Евгеньевич – студент 3 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (Россия, 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 896412130338, e-mail: ckorats@gmail.com).

Кузьмин Александр Викторович - доктор технических наук, профессор кафедры «Технический сервис и общепромышленные дисциплины», Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (Россия, 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89503835361, E-mail: Kuzmin_burgsha@mail.ru).

Information about the author

Eliseev Ilya Evgen'evich – 3rd year student of the faculty of engineering; Irkutsk state agricultural university. named after A. A. Ezhevsky (Russia, 664038, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 896412130338, e-mail: ckorats@gmail.com)

Kuzmin Aleksandr Viktorovich - doctor of technical Sciences, Professor of Department "Technical service and engineering disciplines", Irkutsk state agricultural University. named after A. A. Ezhevsky (Russia, 664038, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel.: 89503835361, E-mail: Kuzmin_burgsha@mail.ru).

УДК 631.3.02 – 192 (571.53)

АНАЛИЗ УРОВНЯ НАДЕЖНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПТЦ ЭЛЕКТРОДАМИ

Квич Д.Н., Малованюк Р.П., Овчинникова М.А., Шистеев А.В.

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

В статье дан анализ поставок электродов для производственно-технического участка предприятия, в котором производят металлоконструкторскую и ремонтную продукцию. Надежность и ритмичность снабжения предприятия электродами способствует выполнению производственной программы, повышению производительности труда, снижению себестоимости продукции, увеличению прибыли и повышению качества выпускаемой ремонтной продукции [1]. К организации снабжения электродами предъявляются следующие требования: обеспечение ассортимента этих ресурсов в достаточном количестве и надлежащего качества в течение года вне зависимости от сезона; своевременность и ритмичность их завоза при соблюдении графика доставки; оперативность снабжения; сокращение звенности продвижения ресурсов при рациональном использовании транспорта; снижение трудовых и материальных затрат для обеспечения всех перечисленных условий [2]. На предприятии осуществляется изготовление запасных частей, нестандартного оборудования и оснастки для нужд ремонта машин и других работ. В итоге появляется необходимость планирования и правильного расчета потребности в этом виде ресурса.

Ключевые слова: электроды, обеспечение, надежность, отказ, наработка, интенсивность отказов.

ANALYSIS OF THE LEVEL OF RELIABILITY TO PROVIDING ELECTRODES THE PRODUCTION-TECHNICAL WORK SITE OF ORGANIZATION

D.N. Kvich, R.P. Malovanyuk, M.A. Ovchinnikova, A.V. Shisteev

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

The article analyzes the supply of electrodes for the production and technical department of the enterprise, which produces metal construction and repair products. The reliability and rhythm of the company's supply of electrodes contributes to the implementation of the production program, increasing labor productivity, reducing the cost of production, increasing profits and improving the quality of manufactured repair products [1]. The following requirements are imposed on the organization of supply of electrodes: ensuring the range of these resources in sufficient quantity and proper quality throughout the year, regardless of the season; timeliness and rhythm of their delivery in compliance with the delivery schedule; efficiency of supply; reducing the number of links of these resources in the rational use of transport; reducing labor and material costs to ensure all these conditions [2]. The company

manufactures spare parts, non-standard equipment and equipment for the needs of machine repair and other works. As a result, it becomes necessary to plan and correctly calculate the need for this type of resource.

Key words: electrodes, security, reliability, failure, time, intensity, and sequence of failures.

Для анализа надежности обеспечения производственно-технического цеха (ПТЦ) сварочными электродами и обеспечения бесперебойной работы сварщиков необходимо определить отклонение сроков, количества или комплектности поставки от договорных условий [3, 4]. Поставки электродов по заявке ПТЦ осуществляются отделом снабжения хозяйства. Величину опозданий T_{on} поставки электродов можно определить, сопоставляя даты поставок по договору и фактические (таблица 1). Разность между фактической $D_{ф}$ и плановой $D_{пл}$ датами поставок определяются по выражению

$$T_{on} = D_{ф} - D_{пл} . \quad (1)$$

Аналогично, сопоставляя плановые и фактические объемы поставок, определим объем недопоставки ΔV электродов как разность между плановой $V_{пл}$ и фактической $V_{ф}$ величиной партии по формуле [5]:

$$\Delta V = V_{пл} - V_{ф} . \quad (2)$$

Полученные в результате расчетов по формулам (1), (2) данные занесены в таблицу 1. Среднесуточную поставку электродов V определяют по выражению

$$V = \frac{\sum V_{пл}}{365} , \quad (3)$$

где $\sum V_{пл}$ – суммарная плановая поставка электродов на предприятие в течение года.

Таблица 1 - Расчет надежности снабжения

№ пп	Плановая дата поставки $D_{пл}$	Плановый объем поставки $V_{пл}$, кг	Фактическая дата поставки $D_{ф}$	Фактически объем поставки $V_{ф}$, кг ф	Опоздание	Величина недопоставки ΔV , кг	Условное опоздание t'_{on}	Общее опоздание T_{on}
1	15.01	300	15.01	300	-	-	-	-
2	15.02	300	14.02	300	-	-	-	-
3	15.03	300	20.03	300	5	-	-	5
4	15.04	300	25.04	500	10	-	-	10
5	15.05	300	01.06	700	15	-	-	15
6	15.06	300	28.06	350	13	-	-	13
7	15.07	300	15.07	260	-	40	4	4
8	15.08	300	15.08	100	-	200	20	20
9	15.09	300	18.09	180	3	120	12	15
10	15.10	300	-	0	-	300	30	30
11	15.11	300	01.12	420	15	-	-	15
12	15.12	300	30.12	900	15	-	-	15
		3600		4310	76	1360	66	142

Используя данные таблицы 1, находим

$$V = \frac{3600}{365} = 10 \text{ кг/сутки}$$

Величину условного опоздания случаев недопоставок электродов рассчитаем по формуле [5]

$$t'_{on} = \frac{\Delta V}{V}, \quad (4)$$

где t_{on} – время опоздания с поставками электродов, сут;

Результаты расчетов занесем в таблицу 1 и проанализируем.

Из 12 поставок только две (№ 1 и 2) безотказные, причем № 2 выполнена ранее установленного срока. По остальным поставкам нарушались сроки или объем был ниже планового. По поставкам № 3 и № 6, а также № 11 и № 12 отказы наступили вследствие опозданий поставок, причем все перечисленные поставки (за исключением № 3) имели объем партии выше планового. По поставкам № 7 и № 8 отказы наступили вследствие того, что их размер был ниже установленного. По поставке № 9 имели место срыв срока и уменьшение объема, а планируемая на 15.10 поставка вообще не состоялась, то есть недопоставка была в объеме плановой партии. Некомплектная поставка приравнивается к ее отсутствию. При этом время восстановления будет равно времени до полного укомплектования [6]. Отказом считается также недопоставка материала по объему, даже если срок поставки соблюден. Определим число отказов. Из таблицы 1 видно, что безотказно выполнены только две поставки – 15.01 и 13.02, то есть число отказов $n = 5$.

Наработку на отказ определяем по формуле

$$T_o = \frac{T - \sum T_{on}}{n}, \quad (5)$$

где T – число календарных дней в году, сутки;

$\sum T_{on}$ – суммарное время задержки поставок элементов, сутки;

n – количество отказов, шт.

То есть, численное значение наработки на отказ равно:

$$T_o = \frac{365 - 142}{5} = 44 \text{ сут/отказ.}$$

Далее рассчитывается интенсивность отказов λ по формуле:

$$\lambda = \frac{1}{T_o} = \frac{1}{44} = 0,023. \quad (6)$$

где λ – интенсивность отказов;

T_o – значение наработки на отказ, сут/отказ.

Из источников [6], коэффициент безотказности снабжения должен быть рассчитан по формуле:

$$K_o = \frac{T - \sum T_{on}}{T}. \quad (7)$$

где T – число календарных дней в году, сутки;

ΣT_{on} – суммарное время задержки поставок элементов, сутки.

Тогда, подставив в формулу (7) данные таблицы 1, получим:

$$K_{\sigma} = \frac{365 - 142}{365} = 0,611$$

Следовательно, надежность снабжения составит

$$P = K_{\sigma} e^{-\lambda} \quad (8)$$

где K_{σ} – коэффициент безотказности;

$e^{-\lambda}$ – ожидаемая вероятность (для сельского хозяйства составляет 0,965 [6]).

Тогда

$$P = 0,61 \cdot 0,965 = 0,584$$

Время t , на которое должен быть создан запас, обеспечивающий бесперебойную работу сварщиков на производственно-техническом участке, определяется по выражению [5, 6]:

$$t = \frac{1}{P^2} + \frac{1}{P^2} (1 - P) \quad (9)$$

где P – полученный уровень надежности обеспечения.

Используя данные вышеприведенных расчетов определим

$$t = \frac{1}{0,584^2} + \frac{10}{0,584^2} (1 - 0,584) = 15,13 \text{ дн.}$$

Соответственно, время t округляем до 15 дней.

Величину запаса электродов на ПТЦ определим по формуле

$$Q = t \cdot V \quad (10)$$
$$Q = 15 \text{ сут} \cdot 10 \text{ кг/сут} = 150 \text{ кг.}$$

Значение обобщающего показателя указывает на то, что надежность снабжения недостаточно высока [7], хотя снабженческо-сбытовая организация в целом за год выполнила план поставок. При уровне надежности 58 % на предприятии необходимо создать запас электродов на 15 дней, величина запаса 150 кг.

Анализ обеспечения предприятия другими ресурсами показывает, что повышения эффективности и улучшения снабжения не происходит. К перебоям в снабжении ресурсами запасными частями и материалами приводят такие недостатки в работе как низкое качество и недостоверность первичной информации о потребности в запасных частях, поступающей из подразделений агрохолдинга, различие целевой ориентации деятельности поставщиков и др.

СХ ПАО «Белореченское» на Иркутском рынке работает со многими поставщиками запасных частей, агрегатов и ГСМ для сельхозтехники. Среди них Корпорация «Агросоюз», группа предприятий «Россельмаш», ОАО «Иркутская продовольственная корпорация», ОАО «БМТО Шелеховагропромснаб», ООО «Новые технологии», фирма «Росагролизинг»,

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

«ЧТЗ – сервис», ОАО «Иркутскоблагротехснаб», ЗАО «Облагроснаб», ОАО «Агроресурс», ООО «Агромастер Красноярск» и другие.

В таблице 2 предоставлено поставка ресурсов СХ ПАО «Белореченское».

Таблица 2 – Поставки ресурсов СХ ПАО «Белореченское» в 2019 году

Наименование ресурса	Предприятия-поставщики												
	«Агро-союз»	Гомсельмаш	ИПК	БМТО	Новые технологии	Росагролизинг	ЧТЗ – сервис	Иркутскоблагротех	Облагроснаб	Агроресурс	Иркутскнефтепродукт	АНХК	Усольгазпром
Тракторы		1	2							1			
Автомобили						4							
Зернокомбайны		2	1					1	1				
Кормокомбайны		2							2				
Посевные комплексы						1		1					
Почвообрабатывающие комплексы	2	1											
Сенозаготовительные комплексы		1							1				
Двигатели		2	1	2		3		4	2				
КПП		1						1					
ТНВД			1					2					
Бензин										1*	1*		
Диз.топливо										1*	1*		
Газ											1*	1*	

Кроме этого, предприятие имеет прямые контакты с заводами – производителями импортной техники в Германии, США, Голландии, Франции.

Вывод. Существующий на предприятии подход к планированию, процедура и качество заявочной кампании на запасные части, а также недостаточная ответственность поставщиков и производителей сельхозтехники являются причиной, способствующей появлению дефицита запасных частей и материалов.

Список литературы

1. Бураев М.К. К адаптации предприятий агротехсервиса к конъюнктуре рыночного спроса / М. К. Бураев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки - 2008.- № 2.- С. 91-94.
2. Ворожейкина Т.М. Логистика в АПК / Т.М. Ворожейкина, В.Д. Игнатов // М.: КолосС, 2007. – 184 с.

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

3. Савенкова Т.И. Логистика: Учебное пособие / Т.И.Савенкова // М.: ОМЕГА-Л, 2008. – 255 с.
4. Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 604 с.
5. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин 2-е изд., перераб. и доп./ В.И. Черноиванов, В.П. Лялякин // М.: ГОСНИТИ, 2003. - 488 с.
6. Юдин М.И. Планирование эксперимента и обработка его результатов: моногр. - Краснодар: Изд-во КГАУ, 2004. - 239 с.
7. Юдин М.И. Технический сервис машин и основы проектирования предприятий / М.И. Юдин // Краснодар: Совет. Кубань, 2007. – 968 с.

References

1. Buraev M. K. *K adaptatsii predpriyatiy agrotekhservisa k kon"yunktur ynoch-nogo sprosa* [Adaptation of agricultural service enterprises to market demand conditions] Siberian Bulletin of agricultural science - 2008.- No. 2.- Pp. 91-94.
2. Vorozheikina T. M. *Logistika v selskom hozyaystve* [Logistics in agriculture] Moscow: Koloss, 2007. – 184 p.
3. Savenkova T.I. *Logistika: uchebnoye posobiye* [Logistics: Tutorial] Moscow: OMEGA-L, 2008. - 255 p.
4. *Spravochnik inzhenera po tekhnicheskomu servisu mashin i oborudovaniya v APK* [Engineer's guide to technical service of machinery and equipment in agriculture] Moscow: rosinformagrotech, 2003. – 604 p.
5. Chernoiivanov V. I. *Organizatsiya i tekhnologiya vosstanovleniya detaley mashin 2-ye izd* [Organization and technology of restoration of machine parts 2nd ed] / V.I. Chernoiivanov, V.P. Lyalyakin // М.: GOSNITI, 2003. - 488 p.
6. Yudin M. I. *Planirovaniye eksperimenta i obrabotka yego rezul'tatov: monogr.* [Experiment Planning and processing of its results: Monogr.] Krasnodar: kgau Publishing house, 2004. - 239 p.
7. Yudin M.I. *Tekhnicheskiiy servis mashin i osnovy proyektirovaniya predpriyatiy* [Technical service of machines and fundamentals of designing of the enterprises] Krasnodar: Council. Kuban, 2007. – 968 p.

Сведения об авторах

Квич Дмитрий Николаевич – студент инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 83952237429, e_mail: mech@irgsha.ru)

Малованюк Роман Павлович – студент инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 83952237429, e_mail: mech@irgsha.ru)

Овчинникова Марина Борисовна – студент инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 83952237429, e_mail: mech@irgsha.ru)

Шистеев Алексей Валерьевич – доцент кафедры «Технический сервис и общинженерные дисциплины» инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89025608844, e_mail: drive-er@yandex.ru)

Information about the authors

Kvich Dmitry Nikolaevich – 2nd year student of the faculty of engineering. Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 83952237429, e_mail: mech@irgsha.ru)

Malovanyuk Roman Pavlovich – 2nd year student of the faculty of engineering. Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 83952237429, e_mail: mech@irgsha.ru)

Ovchinnikova Marina Borisovna – 2nd year student of the faculty of engineering. Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 83952237429, e_mail: mech@irgsha.ru)

Shisteev Alexey Valerievich - associate professor of the department of «Technical service and general engineering disciplines» of the faculty of engineering. 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 621.825.63

СТЕНД ДЛЯ ПРАВКИ И ПРОВЕРКИ КАРДАНЫХ ВАЛОВ

Манухин К.А., Аносова А.И.

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

При эксплуатации автомобилей возникает необходимость ремонта карданной передачи из-за появления вибраций на определенных скоростях движения и стука при трогании и разгоне автомобиля. В данной статье представлена схема динамической балансировки карданной передачи, а также обзор существующей конструкции по правке карданных валов грузовых автомобилей, где предлагается улучшить, данную конструкцию путем усовершенствования универсального стенда. Разработанный стенд для проверки биения и правки карданных валов грузовых автомобилей для механизации разборочно-сборочных работ при ремонте сельскохозяйственных машин, в свою очередь позволит увеличить пробег новых и капитально отремонтированных машин.

Ключевые слова: карданный вал, стенд, биение, правка, ремонт, балансировка.

STAND FOR EDITING AND CHECKING THE DRIVING SHAFT

K.A. Manukhin, A.I. Anosova

*Irkutsk state agrarian University named after A. A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

During the operation of automobiles, it becomes necessary to repair the driveshaft due to the appearance of vibrations at certain speeds of movement and knocking when starting and accelerating the car. This article presents a diagram of the dynamic balancing of the driveshaft, as well as an overview of the existing design for editing the driveshafts of trucks, where it is proposed to improve this design by improving the universal stand. The developed stand for checking the runout and dressing of cardan shafts of trucks for mechanization of dismantling and assembly work in the repair of agricultural machines, in turn, will increase the mileage of new and overhauled cars.

Key words: driveshaft, stand, runout, dressing, repair, balancing.

Основной задачей, перед ремонтно-обслуживающим производством, является экономия материальных и энергетических ресурсов [1]. В данном направлении уже много чего создано и создается в настоящее время. Впрочем, не все резервы еще задействованы в полной мере. Одним из вопросов, на наш взгляд, является более широкое использование станда для проверки и правки валов.

Общеизвестно, что карданы являются заменяемыми частями автомобиля тракторов и машин, стоимость которых в последнее время значительно возросла, поэтому продление ресурса кардана является важным фактором экономии материальных ресурсов при эксплуатации автомобилей тракторов и машин. Правильная эксплуатация кардана и систематический уход за ними являются основными условиями увеличения их срока службы.

В большинстве случаев при неисправности карданной передачи, необходима замена неисправных деталей на работоспособные [2]. В результате этого работа карданной передачи невозможна без динамической балансировки. Балансировка карданных валов производится в безразборном состоянии на специальном станде (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема динамической балансировки карданной передачи

При частоте вращения 5500 мин^{-1} наибольший допустимый дисбаланс на опорах А, В, С (рисунок 1) не должен превышать $1,71 \text{ Н}\cdot\text{мм}$ ($175 \text{ гс}\cdot\text{мм}$), а при проверке балансировки – $2,15 \text{ Н}\cdot\text{мм}$ ($220 \text{ гс}\cdot\text{мм}$). Уравновешивание достигается привариванием металлических пластин.

В данной работе мы предлагаем усовершенствовать работу по правке карданных валов грузовых автомобилей. Работы по правке валов предлагается улучшить, путем усовершенствования универсального станда для правки валов. Предлагаем некоторые сведения: механический стенд 5 для правки валов (рисунок 2.) предназначен для проверки вала на биение. В случае выявления неисправности его правки. Давление на поверхность вала 2 производится винтом 3, приводимым в движение через рычаг усилием руки. Биение вала проверяют при помощи индикатора 6.

Данный стенд специализирован на правке и проверке биения карданных валов грузовых автомобилей без отрыва от производства. Также он обеспечивает надежную работу в соответствии с требованиями системы стандартов безопасности труда (ССБТ), должен быть простым в изготовлении и ремонте, не нуждается в больших затратах времени на подготовительно-заключительные работы.

Стенд состоит из станины, на которой установлены две передвижные бабки. Гидравлическая часть стенда состоит из силового цилиндра, плунжерного насоса, шланга высокого давления.

В свою очередь, гидравлический насос включает в себя корпус, в котором размещена плунжерная пара, шариковые клапаны, спускной кран и предохранительный клапан. С корпусом соединяется с помощью резьбового соединения масляный резервуар в виде трубы.

Карданный вал закрепляется на станине с помощью бабок 1 и приспособлений. С помощью дополнительных приспособлений измеряется биение вала. Силовой цилиндр передвигается по станине до нужного места. После этого ручным насосом мы проводим рихтовки и правки вала и снова проверяем его.

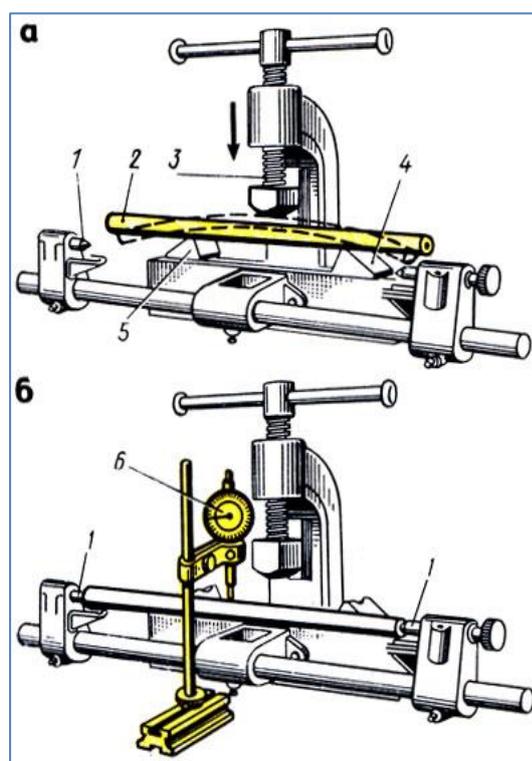


Рисунок 2 – Механический стенд для правки валов

При эксплуатации автомобилей возникает необходимость ремонта карданной передачи из-за появления вибраций на определенных скоростях движения и стука при трогании и разгоне автомобиля. Неисправности могут возникнуть при износе внешних и внутренних шлицевых поверхностей, изгибов, вмятин, трещин, скручивание карданных валов и т. д. В связи с вышеуказанным возникает необходимость в изготовлении стенда для проверки и правки карданных валов [3]. Стенд должен осуществлять рихтовку карданных валов различных марок. Это обеспечивается установкой на станине передвижных стрекоз, а также наличием комплекта

приспособлений (призмы, вкладыши для призмы, вкладыши для упора, пальцы) для различных размеров карданных валов [4].

Для правки карданных валов используем гидропресс, силовой цилиндр которого устанавливаем на станине станда с возможным его передвижением по всей длине. Для создания необходимого давления при правке используем ручной плунжерный насос, который соединен с силовым цилиндром шлангом высокого давления.

Станд (рисунок 3) состоит из гидронасоса 4, станины 1, на которой подвижно установлены: передняя и задняя бабки 2 и 3, гидроцилиндр 5 и подушки 6. Биение карданного вала проверяют при помощи индикатора, устанавливаемого на станине 1, при этом вал предварительно закрепляют в бабках 2 и 3. Например, биение вала автомобиля ЗИЛ-130 по длине не должно превышать 0,8 мм, а по концам вблизи вилок – 0,4 мм. При превышении допустимого биения вал правят. Для этого его устанавливают (ложат) на подушки 6, а затем гидронасосом 4 приводят в действие шток гидроцилиндра 5, который, воздействуя на карданный вал, правит его [5].

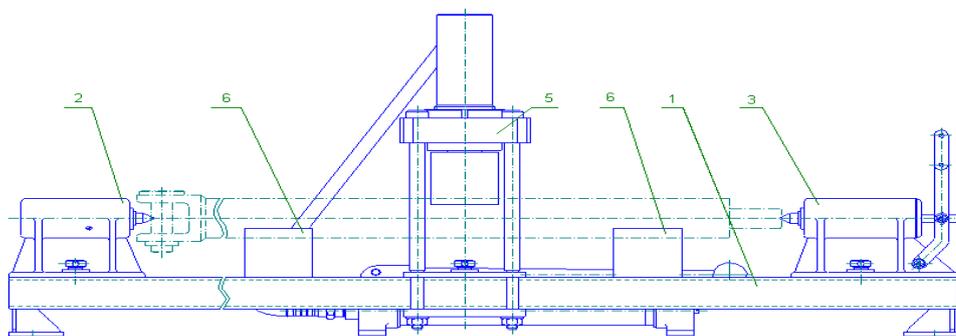


Рисунок 3 – Эскиз станда

Использование предложенного станда позволит улучшить условия проведения ТО и ТР на автотранспортном предприятии. Благодаря уменьшению затрат труда и сокращению времени на выполнение соответствующих операций ожидается улучшение технико-экономических показателей работы производственных подразделений технической службы автотранспортного предприятия (АТП).

К положительным результатам приведет также улучшение качества работ. За счет качественного ремонта карданных валов возрастет их ресурс. Это уменьшит потребности АТП в соответствующих запасных частях и сократит материальные затраты, связанные с поставкой АТП и наконец, положительные результаты следует ожидать от повышения культуры труда и общего роста уровня его механизации.

Список литературы

1. Авдеев М. В. Технология ремонта машин и оборудования / М.В, Авдеев, Е.Л Волоник, И.Е. Ульман. – М. : Агропромиздат, 1986. – 247 с.
2. Вантукевич В. Ф. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / В. Ф. Вантукевич, В. Н. Седюкевич. – Мн. : Ураджай, 1978. – 120 с.

3. Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование: Учебник для вузов / В.Е. Канарчук, А.Д. Чигринец, О.Л. Голяк, П.М. Шоцкий – М. : Транспорт, 2001. – 303 с.

4. Краткий автомобильный справочник / НИИАТ. 10-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1983. – 220 с.

5. Левитский И.С. Технология ремонта машин и оборудования. – 2 изд., перераб. и доп. / И.С. Левитский. – М. : Колос, 1975. – 560 с.

References

1. Avdeev M.V., Volovik E.L., Ul'man I.E. *Tekhnologiya remonta mashin i oborudovaniya*. [Technology of machine repair and equipment] M. : Agropromizdat, 1986. – 247 p.

2. Vantukevich V.F., Sedyukevich V.N. *Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont avtomobilej* [Maintenance and repair of car vehicles] – Mn. : Uradzhaj, 1978. – 120 p.

3. *Vosstanovlenie avtomobil'nyh detalej: Tekhnologiya i oborudovanie: Uchebnik dlya vuzov* [Restoration of automotive parts: Technology and equipment: Textbook for universities]/ В.Е. Канарчук, А.Д. Чигринец, О.Л. Голяк, П.М. Шоцкий – М. : Транспорт, 2001. – 303 p.

4. *Kratkij avtomobil'nyj spravocchnik* [Brief automobile reference book]/ НИИАТ. 10-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1983. – 220 p.

5. Levitskij I.S. *Tekhnologiya remonta mashin i oborudovaniya*. [Technology of repair of machinery and equipment. - 2nd ed.] – 2 izd., pererab. i dop. M. : Kolos, 1975. – 560 p.

Сведения об авторах

Аносова Анна Иннокентьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса и общинженерных дисциплин инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89836938151 e-mail: a.anosova@yandex.ru).

Манухин Кирилл Александрович – студент очной формы обучения инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный тел. 89526173026, e-mail: manukhin61@mail.ru)

Information about the authors

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 (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, Molodezhny, tel. 89836938151, e-mail: a.anosova@yandex.ru).

Manukhin Kirill Aleksandrovich – student of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel.89526173026, e-mail: manukhin61@mail.ru)

УДК 629.114.2.001.2 (075.8)

ОБЗОР ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ КАЧЕСТВ ШИН В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

Минин С.А., Осипов А.К., Ильин П.И.

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

В данной статье приведены исследования, по взаимодействию колесного движителя в различных условиях движения, что для каждой шины определенного производителя различно. Поэтому рационально подобранные шины позволяют улучшить тяговый КПД трактора и его проходимость [1]. Таким образом, необходимо искать компромиссное решение, которое представляется следующим. Анализ показывает, что изменение размеров шины при одинаковой вертикальной нагрузке на шину приводит к изменению ее тягово – сцепных качеств. Вместе с тем изменение размеров параметров шины, а также производителя приводит к изменению веса всего трактора и стоимости шин.

Ключевые слова: дорога, шина, трактор, расход топлива, прицеп, протектор.

OVERVIEW OF TIRE AND SPEED QUALITIES OF TIRES IN OPERATING CONDITIONS

Minin S.A., Osipov A.K., Ilyin P.I.

*Irkutsk state agrarian University named after A. A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

This article presents studies on the interaction of a wheel propulsion in various driving conditions, which is different for each tire of a particular manufacturer. Therefore, rationally selected tires can improve the traction efficiency of the tractor and its patency. Thus, it is necessary to seek a compromise solution, which seems to be as follows. The analysis shows that the change in tire size with the same vertical load on the tire leads to a change in its traction and coupling qualities. However, changing the dimensions of the tire parameters, as well as the manufacturer, leads to a change in the weight of the entire tractor and the cost of tires.

Key words: road, tire, tractor, fuel consumption, trailer, tread.

При покупке шин крайне важно учитывать модификацию трактора, а также тип, размер элементов. Шины тракторов изнашиваются довольно быстро, а их стоимость равна порядка 12 % цены трактора. Во многом именно эти компоненты определяют экономичность и производительность работы машины. Состояние шин влияет на тяговые и сцепные параметры, проходимость, расход горючего.

Шины, предназначенные для дорожного покрытия, дают возможность экономии топлива порядка 15 % в сравнении с покрышками, предназначенными для проведения полевых работ. Помимо этого, их износостойкость на порядок выше, а комфорт ниже [2, 3].

Большинство тракторов в цепке с прицепом очень много времени проводят на дороге. Чтобы узнать, нужен ли дополнительный комплект шин, были проверены некоторые типы шин (рисунок 1).

Для проведения испытаний компания ООО «Агроресурс» использовала трактор Axion 850. Компания предоставила 24-х тонный 2-х мостовой прицеп Cargos 9400, который был загружен и отправился на испытания. Комбинации шин были тщательно протестированы:

1. Трактор с сельскохозяйственными шинами MITAS SFT, передние шины – 600 / 70 R 30, задние – 710 / 70 R 42), прицеп MITAS TR - 08 550 / 60 R 22,5;

2. Трактор на тех же шинах, прицеп с шинами для грузовых машин
YOKONAMA 901 ZS 385 / 65 R 22,5;



Рисунок 1 – Трактор фирмы «CLAAS»

3. Трактор с шинами индустриального профиля Nokian TRI размерность та же, прицеп с шинами MITAS TR - 08 550 / 60 R 22,5;

4. Трактор с шинами индустриального профиля Nokian TRI, а прицеп как в пункте YOKONAMA 901 ZS 385 / 65 R 22,5.

В таких вариациях трактору с прицепом необходимо было пройти порядка 50 км. Расстояние преодолевалось несколько раз, каждый раз с разным механизатором. Испытание проходило в несколько этапов, первый – скорость была ограничена 40 км/ч, во втором же ограничение составило 50 км/ч. Для того чтобы вычислить как увеличивается расход топлива трактора с прицепом, были устроены дополнительные поездки трактора с другим оснащением, без прицепа. Такими манипуляциями получилось высчитать доли расхода дизельного топлива, приходящиеся на трактор и прицеп. Давление в MITAS SFT – 1,33 кг/см², в Nokian TRI – 3,3 кг/см². В прицепе MITAS TR-08 – 3,6 кг/см², YOKONAMA 901ZS – 8,2 кг/см².

Расход, от которого будет считаться изменение, был принят на сельскохозяйственных шинах трактора и прицепа с максимальной скоростью [4, 5] 50 км/ч, и составил 56,8 л / 100 км. Снижение скорости до 40 км/ч привело к экономии топлива порядка 5 л на 100 км, время, проведенное в пути, увеличилось на 7 минут.

Самые лучшие показатели были зафиксированы, когда был 4 вариант компоновки. При скорости движения равной 50 км/ч экономия составила 13,9 %, расход топлива стал меньше практически на 8 литров. При скорости в 40 км/ч этот автопоезд опять был первым, показав результат экономии в 11,6 %.

Использование смешанных вариантов повысило расход топлива [6]. Прохождение трассы с использованием грузовых шин на прицепе со скоростью 50 км/ч не дало существенной экономии, и она составила 3,3 %, которая продолжила снижаться и с уменьшением скорости, при 40 км/ч, она показала нам 1,2 %. В данной ситуации грузовые шины не дали существенного результата. Трактор, на грузовых шинах, с прицепом, на котором были установлены сельскохозяйственные шины, пройдя расстояние на скорости 50 км/ч, показал экономию в 6,7 %, а со скоростью 40 км/ч 3,3 %. ширина и размер шин прицепа на расход топлива влияет не существенно, в отличие от тех же параметров шин трактора (рисунок 2).

Nokian TRI рекомендуется эксплуатация при давлении не более 3,3 кг/см². Наши опыты показали, что снижение давления до 1,3 кг/см² не приводит к увеличению топлива, немного повышает комфорт. Благодаря жестким боковинам при давлении 1,3 кг/см² сжатия шин не проявлялось. Эти шины отлично себя показали в различных условиях, кроме экстремальных и на тяговых работах.

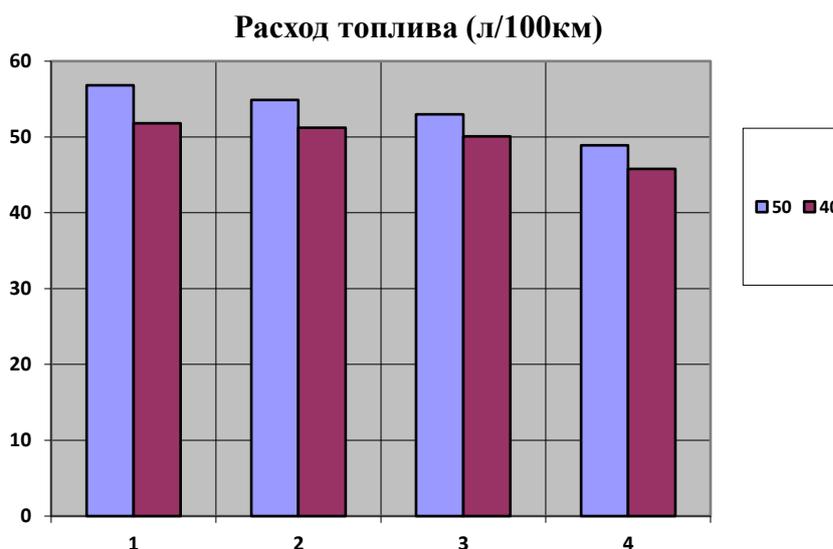


Рисунок 2 – Расход топлива с различной комбинацией шин

Большую роль в расходе топлива играют шины трактора, а вот шины прицепа, оказывают большее влияние на ходовые качества (рисунок 3).

Прицеп, на сельскохозяйственных шинах MITAS TR, в условиях дороги показ себя не лучшим образом, он был непредсказуем, неустойчив в поворотах, а вот на шинах YOKONAMA 901ZS, предназначенных для грузовых автомобилей, прицеп на дороге шел уверенно. На поле же, ситуация сложилась обратным образом, там, откуда груженный прицеп на MITAS TR выехал свободно, прицепу, оснащенный шинами YOKONAMA 901ZS, понадобилось в 2 раза больше усилий, чтобы преодолеть тот же самый путь.

Плотность протектора, делает шины Nokian TRI более износоустойчивыми, по отношению к сельскохозяйственным. В 2013 году Кильский университет прикладных наук проводил исследование по истиранию покрышек той же геометрии, что использовали мы. После 400 часов езды на улице истирание профиля покрышек Nokian TRI составило 1 мм, в сравнении с сельскохозяйственными, у которых износ составил 8 мм.

При увеличении доли транспортных работ можно снизить износ шин и повысить устойчивость прицепа. Стоимость дополнительного комплекта колес (шина + обод) составляет примерно 100000 рублей, а шины сельскохозяйственные MITAS TR обойдутся приблизительно в 160000 рублей без дисков при достижении грани износа. Чем больше часов эксплуатации на дороге (у трактора – это, примерно, 900 мото-часов в год) тем больше возможность экономии от использования дорожных шин. В случае, когда период использования меньше, дополнительный комплект – лишние затраты.

Также большое влияние оказывает вид эксплуатации трактора [7, 8], если они разграничены временами года, летом – один вид работ, осенью – другой, тогда затраты на смену шин будут малы. В другом случае, когда трактор работает в разных условиях, к примеру, сегодня – в поле, завтра – на дороге, тогда затраты на смену шин будут колоссальными.



а) сельскохозяйственные шины; б) промышленные шины.

Рисунок 3 – Шины различного назначения

Шины MITAS TR-08 хорошо показали себя в поле, а на дороге оказались намного хуже.

Устойчивость на этих шинах гораздо лучше на дороге, а вот грузеному прицепу на таких шинах в поле делать нечего.

По результатам проведенных испытаний, выяснилось, что замена шин на тракторе и на прицепе приводит к экономии топлива, при прохождении трассы с ограничением скорости в 50 км/ч, равной 13,9 %, которая оказалась

больше, чем на прохождении той же трассы, но на сниженной скорости, которая составила 40 км/ч, а экономия 11,6 %.

Замена только шин прицепа не сильно влияет на экономию топлива [9], но большое влияние оказывает на поведение на дороге. Износ шин, для грузовых авто происходит гораздо дольше, поэтому второй комплект покрышек, если трактор проводит на транспортных работах более 700 часов, необходим.

Сравнение сельскохозяйственных шин с индустриальными, проведенное в полевых условиях, сделало возможным определить расход топлива [10], опорное давление на почву при тяжелых тяговых работах. Испытания проводились на двух одинаковых тракторах, на передней навеске трактора находился утяжелитель массой 1,6 тонн. На одном тракторе были индустриальные шины Nokian TRI 2, на другом Trelleborg TM900 High Power. Передние шины – 540 / 65 R 30, задние – 650 / 65 R 42. Давление во всех колесах было одинаково и составило 1,3 кг/см².

Разница в расходе топлива была незначительная. Трактор на шинах Trelleborg TM900 High Power израсходовал 34,4 л в час, а на Nokian TRI 2 – 34,9 л. Скорость установлена была 9,1 км/ч, трактор на Trelleborg показал 7,7 км/ч при пробуксовке 15,7 %, и немного уступая, трактор на Nokian TRI 2 показал 7,6 км/ч при пробуксовке 16,4 %.

Замер опорного давления производился сенсорами Bolling, и он показал, что Nokian оказывал меньшее давление, а при монтаже сенсоров в почву на 25 см оно оказалось на 5 - 6 % ниже. В этих испытаниях индустриальные шины смогли составить конкуренцию сельскохозяйственным шинам.

Список литературы

1. Арбузов В. Шиномонтаж на обочине [Текст] / В. Арбузов // За рулем. - 2010. - N 7. - С. 158 - 159 : ил.
2. Банькин В. Широкопрофильные шины - революция в земледелии России [Текст] / В. Банькин // Сельская жизнь. - 2004. - № 86. - С. 6 – 12.
3. Мишин С. Асфальтовая болезнь [Текст] / С. Мишин // За рулем. - 2013. - № 6 (984). - С. 114-116
4. Ямбаева Р. Новые модели покрышек [Текст] / Р. Ямбаева // Мастер автомеханик . - 2004. - № 10. - С. 70-72.
5. <https://mitas-tyres.com/ru>.
6. <https://www.nokianheavytyres.ru/>.
7. [https://www.yokohama.ru / tyre / dlja-avtobusov-i-gruzovogo-transporta/zimnie/901zs](https://www.yokohama.ru/tyre/dlja-avtobusov-i-gruzovogo-transporta/zimnie/901zs).
8. https://www.claas.ru/produksiya/traktory/axion850_820.
9. <https://agrostrana.ru/wiki/5714>.
10. <https://www.uni-kiel.de/de/forschung/ueberblick>.

References

1. Arbuzov V. *Shinomontazh na obochine* [Tire service on the sidelines] / V. Arbuzov // At the wheel. - 2010. - N 7. - Pp. 158 - 159: ill.

2. Bankin V. *Shirokoprofil'nyye shiny - revolyutsiya v zemledelii Rossii* [Wide-profile tires - a revolution in Russian agriculture] / V. Bankin // Rural life. - 2004. - No. 86. - Pp. 6 - 12.
3. Mishin S. *Asfal'tovaya bolezni'* [Asphalt disease] / S. Mishin // At the wheel. - 2013. - No. 6 (984). - Pp. 114 - 116.
4. Yambaeva R. *Novyye modeli pokryshek* [New models of tires] / R. Yambaeva // Master auto mechanic. - 2004. - No. 10. - Pp. 70 - 72.
5. <https://mitas-tyres.com/ru>.
6. <https://www.nokianheavytyres.ru/>.
7. <https://www.yokohama.ru/tyre/dlja-avtobusov-i-gruzovogo-transporta/zimnie>
8. https://www.claas.ru/produktsiya/traktory/axion850_820.
9. <https://agrostrana.ru/wiki/5714>.
10. <https://www.uni-kiel.de/de/forschung/ueberblick>.

Сведения об авторах

Минин Сергей Александрович - студент инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, тер. СНТ «Лайнер», тел. 89041518516, e-mail: sr.minin96@mail.ru).

Осипов Андрей Карлович - студент инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, 89025108561, e-mail: osipovandrey1999@mail.ru).

Ильин Петр Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры «ЭМТП, БЖД и ПО» Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89025191511, e-mail: ipi.academy@mail.ru).

Information about authors

Minin Sergey Aleksandrovich – student of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89041518516, e-mail: sr.minin96@mail.ru).

Osipov Andrey Karlovich – student of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89025108561, e-mail: osipovandrey1999@mail.ru).

Piyin Petr Ivanovich – candidate of technical sciences, associate professor of the department of machine and tractor fleet operation, life safety and professional training. Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89025191511, e-mail: ipi.academy@mail.ru).

УДК 665.76

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СТАНДАРТОВ КЛАССИФИКАЦИИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Мирзаев Б.М., Бозарова М.Б., Шистеев А.В.

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

Автомобильные смазочные масла применяют для уменьшения потерь энергии на трение и для снижения износа трущихся деталей автомобиля. Кроме того, масло

охлаждает и очищает от продуктов износа трущиеся поверхности, а также предохраняет их от коррозии. Трение, препятствуя перемещению одной детали по поверхности другой, вызывает потери энергии на его преодоление. Эти потери весьма значительны, и, например, в автомобильном двигателе они поглощают до 25 % развиваемой мощности [1]. Уменьшение потерь на трение повышает экономичность автомобиля, позволяет преобразовать большее количество энергии сжигаемого топлива в полезную работу.

Ключевые слова: смазочные материалы, классификация, свойства моторных масел, детали машин.

OVERVIEW OF CURRENT CLASSIFICATION STANDARDS OF ENGINE OIL

Mirzaev B. M., Bozarova M.B., A.V. Shisteev

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

Automotive lubricating oils are used to reduce energy losses due to friction and to reduce the wear of rubbing parts of the car. In addition, the oil cools and cleans friction surfaces from wear products, as well as protects them from corrosion. Friction, preventing the movement of one part on the surface of another, causes a loss of energy to overcome it. These losses are very significant, and, for example, in a car engine, they absorb up to 25 % of the developed power [1]. Reducing friction losses increases the efficiency of the car, allowing you to convert more energy from the fuel burned into useful work.

Keywords: lubricants, classification, properties of motor oils, machine parts.

Введение. Основная функция, которую выполняют моторные масла – это снижение трения и износа трущихся деталей двигателя за счет создания на их поверхностях прочной масляной пленки [2]. Одновременно с этим моторные масла должны обеспечивать:

- уплотнение зазоров в сопряжениях работающего двигателя и, в первую очередь, деталей цилиндропоршневой группы;
- эффективный отвод тепла от трущихся деталей, удаление из зон трения продуктов износа и других посторонних веществ; надежную защиту рабочих поверхностей деталей двигателя от коррозионного воздействия продуктов окисления масла и сгорания топлива [3]; предотвращение образования всех видов отложений (нагаров, лаков, зольных отложений, шламов) на деталях двигателя при его работе на различных режимах;
- высокую стабильность при окислении, механическом воздействии и обводнении, т.е. сохранение первоначальных свойств как в многообразных условиях применения, так и при длительном хранении;
- нейтрализацию кислот, образующихся при сгорании топлива и окислении масла;
- малый расход масла при работе двигателя;
- большой срок службы масла до замены без ущерба для надежности двигателя.

Цель исследования. Проведение обзорного анализа смазочных материалов, применяемых в сельском хозяйстве на предприятиях технического обслуживания, изучение нормы современной классификации моторных масел.

Материалы и обсуждение. Выполнение «защитных» функций моторными маслами возможно только в том случае, если их качество будет удовлетворять ряду эксплуатационных требований [4]:

- обладать оптимальными вязкостными свойствами, определяющими надежную и экономичную работу агрегатов на всех эксплуатационных режимах;
- иметь хорошую смазывающую способность, чтобы предотвращать интенсивное изнашивание трущихся деталей;
- обладать достаточной химической стойкостью, обеспечивающей минимальное изменение свойств смазочного материала в процессе применения;
- иметь высокую моющую диспергирующе-стабилизирующую способность, обеспечивающую чистоту деталей двигателя;
- обладать высокой термической и термоокислительной стабильностью, что позволит повысить предельную температуру нагрева масла в картере, увеличить срок замены;
- иметь высокие противозадирные свойства;
- обладать устойчивостью к процессам испарения, вспенивания и образования эмульсий, а также к выпадению присадок; надежно защищать трущиеся поверхности и другие металлические детали от коррозионного воздействия как во время работы, так и при хранении автомобилей;
- быть совместимыми с материалами уплотнения; малой летучестью, низким расходом на угар.

В целом, можно привести несколько основных свойств моторных масел, по которым можно разделить их на группы и классифицировать.

Вязкость – одно из важнейших свойств масла, имеющее многостороннее эксплуатационное значение [5]. От вязкости в значительной мере зависит режим смазки пар трения, отвод тепла от рабочих поверхностей и уплотнение зазоров, величина энергетических потерь в двигателе, а также эксплуатационные качества, например, быстрота запуска двигателя в зависимости от пропускаемости масла по каналам системы смазки.

При нормальной работе двигателя и использовании обычных минеральных (незагущенных) масел, как правило, в связи с накоплением продуктов окисления и полимеризации масла, попаданием продуктов износа и сгорания топлива вязкость масла увеличивается. Интенсивность этого процесса зависит от температурных условий в зонах окисления, качества топлива (содержания в нем серы), совершенства процесса сгорания, эффективности фильтрации масла, попадания в него охлаждающей жидкости.

Кроме этого, вязкость масел зависит от температуры и давления. В интервале температур от $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ вязкость минерального масла может изменяться в сотни раз. Понижение температуры масла вызывает повышение вязкости. Высокая вязкость затрудняет запуск двигателя и его подачу к трущимся поверхностям, что влияет на износ сопряженных деталей. Повышенная вязкость увеличивает сопротивление вращению деталей двигателя, вызывая потери мощности на трение, что влечет за собой увеличение расхода топлива. Повышение температуры масла ведет к понижению вязкости, что может привести к режиму «масляного голодания», вытеканию его из узлов трения через уплотнительные соединения [6]. Из-за неполного сгорания или вследствие утечек из системы питания в масло работающего двигателя может попадать топливо. Все это заметно снижает вязкость и увеличивает износ подшипников коленчатого вала.

Характеристикой вязкостных свойств моторных масел является кинематическая вязкость, определяемая в капиллярных вискозиметрах, и динамическая вязкость, измеряемая при различных градиентах скорости в ротационных вискозиметрах. Зависимость вязкости масла от температуры выражают эмпирическим уравнением Вальтера [7]:

$$\lg \lg(v_t + 0,8) = A - B \lg T,$$

где v_t – кинематическая вязкость при искомой температуре, $\text{мм}^2/\text{сек}$; T – абсолютная температура, К; A , B – постоянные, зависящие от свойств масел (обычно $A = 0,8 \dots 0,9$ и $B = 3,0 \dots 4,5$).

Вязкостно-температурные свойства масел оценивают по индексу вязкости (ИВ) – условному показателю, характеризующему степень изменения вязкости масла в зависимости от температуры и являющемуся результатом сопоставления вязкости данного масла с двумя эталонными маслами, вязкостно-температурные свойства одного из которых приняты за 100, а второго за 0. Определение индекса вязкости основано на сравнении вязкостно-температурных свойств испытуемого масла с вязкостно-температурными свойствами двух групп эталонных масел. Эталонные масла одной группы имеют очень пологую вязкостно-температурную кривую, их индекс вязкости условно принят за 100; масла другой группы обладают крутой вязкостно-температурной кривой и их индекс вязкости принят равным нулю [8].

Под противоизносными, или как их иногда называют, смазывающими свойствами масла понимают его способность препятствовать износу узлов трения, образования на трущихся поверхностях прочной пленки, исключая непосредственный контакт трущихся деталей. К смазывающим свойствам относятся также антифрикционные свойства, влияющие на величины трения трущихся деталей и противозадирные,

предохраняющие трущиеся поверхности от задира и заедания в условиях высоких нагрузок и температур.

Противоизносные свойства масел зависят от их вязкости и вязкостно-температурной характеристики, полярности базового масла, состава композиций присадок. Масла с высокими противоизносными свойствами прежде всего необходимы в тех случаях, когда при небольшой скорости высоки удельные нагрузки, геометрические формы или размеры деталей имеют существенные отклонения, что чревато задирами, схватыванием и разрушением трущихся поверхностей. Для характеристики противоизносных свойств масел особенно важна их способность формировать такой масляный слой, который бы обеспечивал наиболее благоприятный для предупреждения изнашивания жидкостной режим трения. Такой режим трения исключает непосредственный контакт поверхностей металлов. Поэтому возможное в данном случае изнашивание вызывается главным образом циклическостью нагрузок на отдельных участках поверхности и усталостными разрушениями металлов. Смазывающая способность масел особенно проявляется при возникновении граничного трения. Образование граничного смазывающего слоя обусловлено физическим или химическим процессами. При физической природе взаимодействия трущихся поверхностей их разобщению способствует адсорбционный граничный слой - такое действие называют расклинивающим.

Полирующим свойством масла называют его способность предотвращать изнашивание, задр и сваривание путем полирующего действия трущейся поверхности продуктами реакции смазочного материала, образующимися при химическом взаимодействии с металлом [9]. Особенно эффективна комбинация расклинивающего и полирующего действия.

Таким образом, при хранении, транспортировании, в процессе работы в двигателях масла подвергаются глубоким химическим изменениям - окислению, полимеризации, разложению и т.п. При этом образуются кокс, смолистые, асфальтеновые и другие вещества. Установлено [2], что для большинства углеводородов первичные продукты окисления - это перекисные соединения: моноалкилперекиси R-O-O-H, диалкилперекиси R-O-O-R и др.

Температура оказывает на окисление решающее воздействие. Так, при температуре 18-20 °С все первоначальные свойства масла сохраняются в течение пяти лет. Но уже начиная с 50-60 °С скорость окисления масел удваивается с повышением температуры на каждые 10 °С.

Отечественная система технического сервиса предусматривает классификацию моторных масел по вязкости и эксплуатационным характеристикам в соответствии с ГОСТ 17479.1-85. Этот стандарт подразделяет моторные масла на классы по вязкости и на группы по эксплуатационным свойствам.

По вязкости масла подразделяются на три класса:

- летние нормируются значением кинематической вязкости при + 100 °С;
- зимние нормируются при + 100 °С и – 18 °С.
- всесезонные масла обозначаются дробью (в числителе указывается класс вязкости зимнего, а в знаменателе - летнего масла).

Структура обозначений моторных масел включает группу букв и цифр. Буква М указывает на принадлежность к моторным маслам. Следующие через дефис цифры характеризуют класс кинематической вязкости (при обозначении дробными цифрами в числителе указывается класс вязкости масла при -18 °С, а в знаменателе - класс вязкости при – +100 °С). Прописные буквы после цифр (А, Б, В, Г, Д, Е) указывают на принадлежность к группе масел по эксплуатационным свойствам. Индекс «1» у букв обозначает что масло предназначено для бензиновых двигателей, а «2» – для дизельных. Универсальные моторные масла, предназначенные для использования как в дизелях, так и в карбюраторных двигателях одного уровня форсирования (обозначаемые одинаковой буквой) индекса в обозначении не имеют. Универсальные моторные масла, принадлежащие к разным группам, должны иметь двойное обозначение, в котором первое характеризует качество масла при применении в дизелях, второе – в бензиновых двигателях. В необходимых случаях применяют дополнительные индексы: «РК» – рабочие-консервационные масла, «З» – масло, содержащее вязкостную (загущающую) присадку, «цл» – для циркуляционных и лубрикаторных смазочных систем, «20», «30» – значение щелочного числа, «К» – масло предназначено для автомобилей КамАЗ, «Т» – трансмиссионное масло. Примеры обозначения масел: М-10-Г2к – где «М» – моторное масло, цифра «10» – класс вязкости, буква «Г» с индексом «2» означает, что по эксплуатационным свойствам оно относится к группе «Т» и предназначено для смазывания высокофорсированных дизельных двигателей; буква «К» свидетельствует о том, что масло предназначено для автомобилей КамАЗ;

В международной практике широко используются системы классификации моторных масел по SAE (Американское общество автомобильных инженеров), API (American Petroleum Institute), ILSAC (Классификация по принадлежности техники к коммерческой).

Классификация SAE подразделяет моторные масла на шесть зимних классов (0W, 5W, 10W, 15W, 20W и 25W) и пять летних (20, 30, 40, 50 и 60). Всесезонные масла, применяемые круглогодично, обозначают двумя значениями, один из которых указывает зимний, а другой - летний класс, например, SAE 5W30 SAE 10W40 и т.п.

Классификация API, предусматривает маркировку свойств масел буквами латинского алфавита, чем выше порядковый номер буквенного символа, тем качественнее продукт. Например, SG / CF, такое масло можно использовать, как для бензиновых («S»), так и для дизельных двигателей

(«С») по коду второй буквы, соответствующей году выпуска автомобиля или трактора [10].

Автомобилестроительные фирмы США и Японии разработали единые минимальные требования к моторным маслам для автомобильных двигателей в классификации ILSAC, которая содержит два класса масел, обозначаемых GF-1 и GF-2. Они практически идентичны маслам классов SH и SJ по API.

В связи с повышением мощности, изменением конструкции и усложнением эксплуатации современных двигателей условия работы масел стали более агрессивными. Однако сроки замены масел непрерывно увеличиваются благодаря улучшению их качества. Преждевременная замена масел экономически нецелесообразна, поскольку увеличивается их расход, затраты на техническое обслуживание и запасные части. Неоправданное же увеличение сроков службы масел приводит к повышенному износу деталей двигателя, что снижает надежность двигателя и увеличивает отказы в его работе.

Старение масла может привести к:

- закоксовыванию поршневых колец, их пригоранию, потере подвижности;
- повышению температуры деталей цилиндропоршневой группы;
- заклиниванию клапанов в направляющих втулках; прогару клапанов;
- уменьшению проходного сечения впускного и выпускного трактов;
- загрязнению сеток маслоприемников насосов, фильтров, масляных каналов смазочной системы, дренажных отверстий в маслоъемных кольцах и поршне;
- изменению вязкости масла;
- повышению коррозионного износа деталей цилиндропоршневой группы;

Периодичность же замены масел в агрегатах и узлах машин устанавливается на основе тщательного изучения эксплуатационных свойств масел, изменений их свойств в процессе эксплуатации, климатических условий.

В настоящее время моторные масла занимают и, еще немалое время, будут занимать первое место по объему использования среди других смазочных материалов, так как с каждым годом все больше растет число мобильных машин с двигателями внутреннего сгорания, в которых моторное масло является неотъемлемой составной частью. В связи с научно-техническим развитием появляются новые альтернативные виды двигателей, которые по некоторым технологическим характеристикам превосходят двигатели внутреннего сгорания и для работы не нужно моторное масло, но на данный момент их производство не налажено в достаточно большом объеме, чтобы составить конкуренцию инжекторным, дизельным и авиационным двигателям.

Выводы. 1. В современных автотракторных парках используют большое количество разных видов современных моторных масел. Однако, принятая периодичность замены масел пока недостаточно обоснована, поскольку лишь частично учитывается опыт эксплуатации технических средств.

2. Сроки службы масел устанавливаются, исходя из экономической и технической целесообразности. Длительность эксплуатации масел в двигателях, работающих на газообразном топливе, в 2 раза больше, чем в двигателях, работающих на жидком топливе. При работе двигателя на этилированном бензине срок службы моторного масла снижается в 1,5...2 раза по сравнению со сроком службы масла в двигателе, работающем на неэтилированном бензине.

Список литературы

1. Автомобили / Автомобильные масла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.avto.ru>
2. Бураев М.К. Оценка технического состояния машин с учетом уровня производственно-технической эксплуатации / М.К. Бураев, А.В. Шустеев, А.С. Тронц // В сборнике: Климат, экология, сельское хозяйство Евразии Материалы VIII международной научно-практической конференции. 2019. С. 17-23.
3. Главная / Классификация масел [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.npob4.ru>
4. Глаголева О.Ф. Технология переработки нефти и газа. В 2-х частях. Первичная переработка нефти / О.Ф. Глаголева, В.М. Капустина. - Москва: Химия, 2007, Ч.1. – 400 с.
5. Григорьев М.А. Качество моторных масел и надежность двигателей / М.А. Григорьев, Б.М. Бунаков, В.А. Долецкий // М.:Издательство стандартов, 1981. - 232 с.
6. Колосюк Д.С. Автотракторные топлива и смазочные материалы / Д.С. Колосюк, А.В. Кузнецов //, К.:Высшая школа, 1987. - 191 с.
7. Синельников А.Ф. Автомобильные масла / А.Ф. Синельников, В.И. Балабанов //Краткий справочник/ - М.:ООО Книжное издательство «За рулем», 2005.
8. Справочник по топливу, маслам и техническим жидкостям. – М.: Колос,1982. - 208 с.
9. Такеми М. Накопление и систематизация научных данных при использовании интеллектуального интерфейса в сельском хозяйстве / М. Такеми, М.К. Бураев., П.И. Ильин, С.Н. Ильин, А.В. Шустеев // 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. 2019. – Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ. - С. 180-190.
10. Школьникова В.Н. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Справочное издание. М.: Химия, 1989. – 432 с.

References

1. Avtomobili [Automobile] / Avtomobil'nyye masla [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.avto.ru>
2. Buraev M.K. et all *Otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya mashin s uchetom urovnya proizvodstvenno-tekhnicheskoy ekspluatatsii* [Assessment of the technical condition of machines taking into account the level of production and technical operation] / M.K. Buraev, A.V.

Shisteev, A.S. Tronz // In the collection: Climate, Ecology, Agriculture of Eurasia Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. 2019, pp. 17-23.

3. Glavnaya [Home] / Klassifikatsiya masel [Oil classification] [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.npo64.ru>

4. Glagoleva O.F. et al *Tekhnologiya pererabotki nefi i gaza. V 2-kh chastyakh. S.1. Pervichnaya pererabotka nefi* [Oil and gas processing technology. In 2 parts. C.1 Primary oil refining] / O.F. Glagoleva, V.M. Kapustina // Moscow: Chemistry, 2005.

5. Grigoriev M.A. et al *Kachestvo motornykh masel i nadezhnost' dvigateley* [The quality of engine oils and engine reliability] / M.A. Grigoriev, B.M. Bunakov, V.A. Doletsky // M.: Publishing house of standards, 1981. - 232 p.

6. Kolosyuk D.S. et al *Avtotraktonnyye topliva i smazochnyye materialy* [Automotive fuel and lubricants] / D.S. Kolosyuk, A.V. Kuznetsov //, K.: Higher School, 1987. - 191 p.

7. Sinelnikov A.F. et al *Avtomobil'nyye masla* [Automotive oils] / A.F. Sinelnikov, V.I. Balabanov // Short reference book / - M.: LLC Book publishing house "At the wheel", 2005.

8. *Spravochnik po toplivu, maslam i tekhnicheskim zhidkostyam* [Handbook of fuel, oils and technical liquids] Moscow: Kolos, 1982. - 208 p.

9. Takemi M. Nakopleniye i sistematizatsiya nauchnykh dannykh pri ispol'zovanii intellektual'nogo interfeysa v sel'skom khozyaystve [Accumulation and systematization of scientific data when using the intelligent interface in agriculture] / M. Takemi, M.K. Burayev., P.I. Il'in, S.N. Il'in, A.V. Shisteyev // V sbornike: Aktual'nyye voprosy inzhenerno - tekhnicheskogo i tekhnologicheskogo obespecheniya APK Materialy VIII Natsional'noy nauchno - prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem «Chteniya I. P. Terskikh», posvyashchennoy 85 - letiyu Irkutskogo GAU. 2019. – Irkutsk: Izd-vo Irkutskiy GAU. - S. 180-190.

10. Shkolnikova V.N. *Topliva, smazochnyye materialy, tekhnicheskkiye zhidkosti* [Fuels, lubricants, technical fluids] Reference edition. M.: Chemistry, 1989

Сведения об авторах

Шистеев Алексей Валерьевич – доцент кафедры «Технический сервис и общинженерные дисциплины» инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89025608844, e_mail: drive-er@yandex.ru)

Мирзаев Бобир Махамматович – студент 2 курса инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89641141413, e_mail: drive-er@yandex.ru)

Бозарова Мафтуна Бабаёровна – студентка 2 курса инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89641141466, e_mail: drive-er@yandex.ru)

Information about the authors

Shisteev Alexey Valerievich - associate professor of the department of «Technical service and general engineering disciplines» of the faculty of engineering. Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89025608844, e_mail: drive-er@yandex.ru)

Mirzaev Bobir Mahammadovich – 2nd year student of the faculty of engineering. Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89641141413, e_mail: drive-er@yandex.ru)

Bozarova Maftuna Babaerovna – 2nd year student of the faculty of engineering. Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89641141466, e_mail: drive-er@yandex.ru)

УДК 631.171

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ БИОГАЗОВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Мирзаев Б.М., Бозарова М.Б., Васильев Ф.А., Пальвинский В.В.

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

Проведение научных исследований является сложным технологическим и техническим процессом. Степень сложности зависит от области проведения экспериментов. В данном случае область исследования касается технической биоэнергетики, изучаются вопросы развития и жизнедеятельности микроорганизмов, биохимия процесса, технология и техника проведения процесса анаэробного сбраживания, а также влияние многочисленных факторов на продуктивность микробного сообщества. Создание установки для проведения необходимых исследований в рамках целей и задач, научных интересов НИЛ «Агроинженерные исследования» достаточно сложная задача. Она требует тщательной проработки технологии, анализа оборудования и определения областей интереса, что ведет в конечном итоге к существенным капитальным затратам на создание такой лаборатории. Опыт работы в данной области научных изысканий более 35 лет позволил нам разработать техническое задание на проектирование и получить от производственной компании ООО «СельхозБиоГаз» коммерческое предложение, стоимость которого составляет 2 375 тыс. руб.

Ключевые слова: биогаз, эффлюент, лаборатория, оборудование, метантенк, научные исследования.

TECHNOLOGICAL BIOGAS LABORATORY

Mirzaev B. M., Bozarova M. B., Vasilev F. A., Palvinskiy V.V.

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

Conducting scientific research is a complex technological and technical process. The degree of complexity depends on the area of the experiments. In this case, the field of research concerns technical bioenergy. as a result, questions of development and vital activity of microorganisms, biochemistry of the process, technology and technique of anaerobic digestion, as well as the influence of numerous factors on the productivity of the microbial community are studied. Creating an installation for conducting the necessary research within the framework of the goals and objectives, scientific interests of the "Agroengineering research" Laboratory is quite a difficult task. It requires careful study of the technology, analysis of the equipment and identification of areas of interest, which ultimately leads to significant capital costs for the creation of such a laboratory. Experience in this field of scientific research for more than 35 years has allowed us to develop a technical specification for the design and get a commercial offer from the manufacturer LLC "Selhozbiogaz", the cost of which is 2 375 thousand rubles.

Key words: biogas, effluent, laboratory, equipment, digester, research.

Разработка и создание лабораторного экспериментального

оборудования для проведения научных исследований сложная задача, которая требует решить комплекс взаимосвязанных между собой подзадач. Основные из них:

1) точное определение направлений работы в данной области науки, которые необходимо решить разработкой, созданием и эксплуатацией данной лаборатории;

2) рациональный подбор аналитического оборудования, который будет соответствовать ценовой категории, а так же обеспечит необходимый уровень точности выполняемых экспериментов, обеспечивая несомненную воспроизводимость опытов.

Поэтому научно-исследовательской лабораторией «Агроинженерные исследования» были сформулированы наиболее перспективные направления работ в области анаэробного сбраживания органосодержащих отходов сельского хозяйства:

1) анаэробное сбраживание жидкого навоза и сточных вод крупных животноводческих объектов, в установках с иммобилизованными микроорганизмами [1, 6, 7, 9, 11];

2) анаэробное сбраживание навоза КРС в накопительном режиме [3-5];

3) анаэробное сбраживание твердой фракции навоза или помета с возможностью реализации аэробно-анаэробной технологии;

4) анаэробное сбраживание органических отходов сельского хозяйства с активацией гидрогенетрофного пути метаногенеза [11];

5) изучение влияния предобработки субстрата на выход биогаза [8];

6) изучение продуктов анаэробного сбраживания [2, 10]: эффлюента и биогаза.

Лабораторное оборудование должно включать следующее наименование:

1) газоанализатор биогаза Optima 7, обеспечивающий определение четырех газов: метана, двуокись углерода, сероводорода, кислорода.

2) анализатор влажности АВГ-60, обеспечивающий проведение анализа влажности загружаемого субстрата и готового эффлюента;

3) РН-метр, определяет водородный показатель в субстрате и готовом эффлюенте, а так же в процессе сбраживания;

4) газовый барабанный счетчик ГСБ-400, обеспечивающий необходимую точность измерения выхода биогаза.

5) весы электронные аналитические, необходимые для определения зольности субстрата и готового эффлюента.

В соответствии с поставленными задачами и имеющимся опытом была разработана следующая технологическая схема лабораторной установки для анаэробного сбраживания (рисунок 1). Установка состоит из следующих составляющих:

1 – измельчитель (требование – получение сырья с размером твердых органических частиц не более 5 мм), типа мясорубки (волчок) МИМ или

аналог;

2 – резервуар для подготовки субстрата, в котором осуществляется доведение до требуемой влажности, гомогенизация, подогрев; емкость объемом не менее 60 литров;

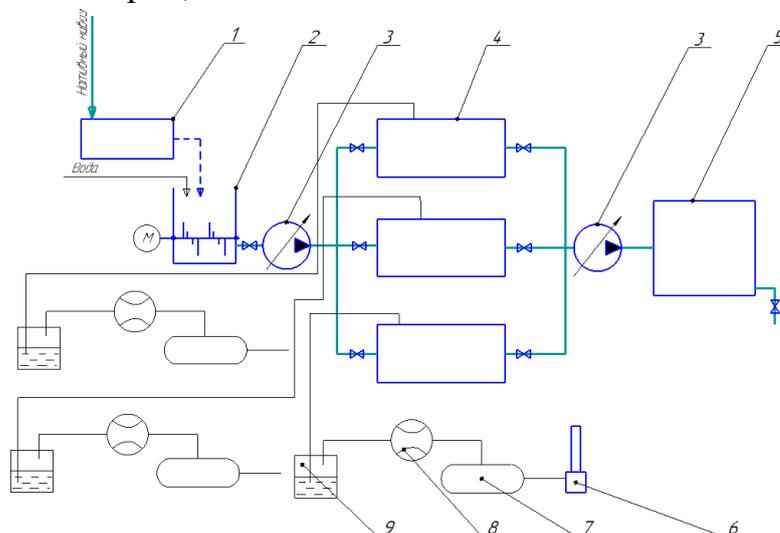


Рисунок 1 – Схема установки для анаэробного сбраживания

3 – насос-дозатор (перистальтического или мембранного типа) с ориентировочной подачей от 0,5 до 50 л/час, и возможностью подачи жидкости с включением твердых частиц размером до 5 мм;

4 – горизонтальный метантенк (3 единицы) емкостью 30 литров, диаметр 200 мм и длиной 1 метр (соотношение 1/5); каждый метантенк должен иметь собственную (индивидуальную) систему термостатирования в пределах от 20 до 60 °С с точностью до $\pm 0,5$ °С; датчик температуры должен располагаться внутри метантенка в субстрате (рис. 2);

5 – резервуар для сбора и хранения эфлюента, емкость не менее 100 литров;

6 – газовая горелка;

7 – газгольдер сухого типа, примерная емкость - 100 литров;

8 – газовый счетчик, на каждый метантенк;

9 – гидравлический затвор.

Технологические патрубки (поз. 4 на рисунке 2), должны быть выполнены следующим образом (рис. 3): необходимо нарезать резьбу не только снаружи, но и с внутренней стороны метантенка, для возможности подключения различных устройств, допустим барботера, дополнительного гидравлического перемешивания, датчиков, подачи водорода и т.п.

Метантенки должны быть настольного исполнения с возможностью установки их как вертикально, так и горизонтально. Это необходимо для проведения исследований с иммобилизованными микроорганизмами. Данное техническое задание было передано производственной компании ООО «СельхозБиоГаз» (генеральный директор М.А. Фалевская), в результате

получено коммерческое предложение на сумму 2 375 тыс. руб., включающее шеф монтаж установки.

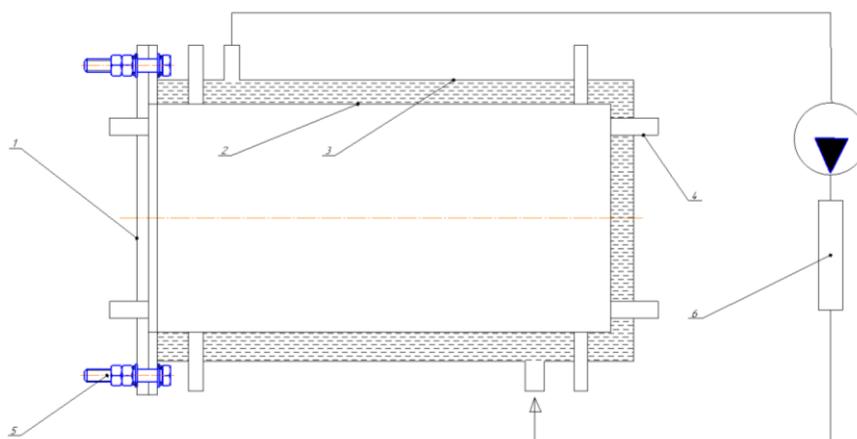


Рисунок 2 – Принципиальная схема метантенка: 1 – крышка; 2 – внутренняя емкость (метантенк); 3 – рубашка (змеевик, греющий кабель) термостатирования; 4 - технологические патрубки (не менее 8 штук); 5 – болтовое соединение крышки; 6 – проточный подогреватель системы термостатирования.

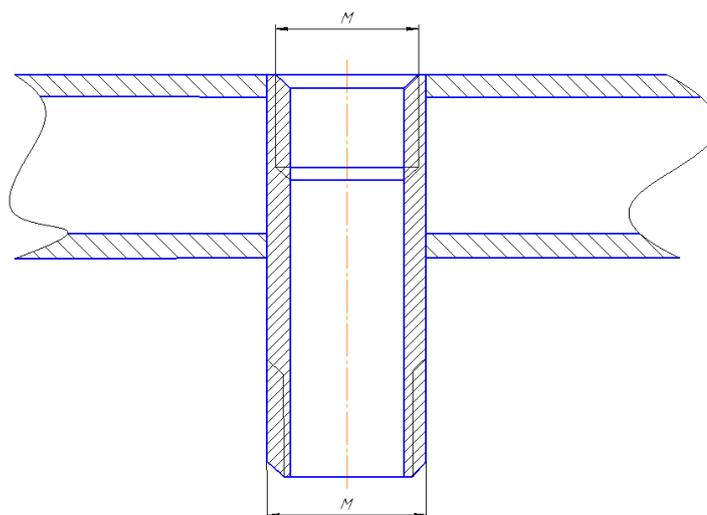


Рисунок 3 – Технологический патрубок

Приобретение данной лаборатории позволит производить широкий спектр работ в области анаэробного сбраживания и даст возможность дальнейшего развития научной школы профессора-консультанта Евтеева Виктора Константиновича.

Список литературы

1. Анаэробный фильтр с сифонным отводом / *Евтеев В.К., Васильева А.С., Аксенова И.В.* // Патент РФ на изобретение № 2631079, МПК С02F 3/00, С02F 11/04.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "Иркутский ГАУ им. А.А. Ежовского" – № 2015119212; заявлено 21.05.2015; опублик. 18.09.2017, Бюл. №26. – 8с.

2. *Васильев, Ф.А.* Агрономическая эффективность анаэробно сброженных органических удобрений / *Ф.А. Васильев, В.К. Евтеев, В.В. Житов* // Вестник ИрГСХА. - Иркутск. - 2012. - №49. - С. 92-99.
3. *Васильев, Ф.А.* Переработка навоза ферм и комплексов крупного рогатого скота с получением качественных органических удобрений и биогаза / *Ф.А. Васильев, В.К. Евтеев* // Вестник ИрГСХА. - 2010. - №38, март. - С. 44-49.
4. *Васильев, Ф.А.* Технология анаэробного сбраживания навоза с дифференцированной дозой загрузки / *Ф.А. Васильев, В.К. Евтеев* // Вестник КрасГАУ. 2011. Вып. 4. С. 136-139.
5. *Васильев, Ф.А.* Технология анаэробной переработки навоза крупного рогатого скота в накопительном режиме: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / *Васильев Филипп Александрович*. – Иркутск, 2011. – 184 с.
6. *Васильева, А.С.* Метантенк с фиксированной биомассой / *А.С. Васильева* // Вестник ИрГСХА. 2014. вып. 65. С. 84-91.
7. *Васильева, А.С.* Повышение эффективности анаэробной переработки навозных стоков свиноводческих предприятий: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / *Васильева Аяна Сергеевна*. – Иркутск, 2017. – 153 с.
8. *Евтеев, В. К.* Подготовка органосодержащего сырья к анаэробному сбраживанию / *В.К. Евтеев, В.В. Пальвинский, С.Н. Ильин, Ф.А. Васильев* // Чтения И. П. Терских: Материалы VIII научно - практической конференции. - Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ, 2019. - С. 117-124
9. *Ильин, С.Н.* Ресурсосберегающая технология переработки свиного навоза с получением биогаза: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / *Ильин Сергей Николаевич*. – Иркутск, 2005. – 171 с.
10. *Кошевенко, А.В.* Энергетический баланс биогазовой когенерационной установки / *А.В. Кошевенко, В.К. Евтеев* // Экологическая безопасность и перспективы развития аграрного производства Евразии: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию аспирантуры ИрГСХА (3-5 декабря 2013 г.). Часть I – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2013. - Ч. I. – С. 26 – 30.
11. Установка для анаэробного сбраживания / *Таханов М.П., Васильев Ф.А., Ильин С.Н., Евтеев В.К.* // Патент РФ на изобретение № 2678673 МПК C02F 11/04, C02F 3/28. Дата публикации: 30.01.2019 Бюл. №4
12. *Vasilev, F.* Increasing the efficiency of biogas production from organic waste / *Vasilev F., Palvinskiy V., Takhanov M.* // *Baikal Letter DAAD*. 2019. № 1. С. 49-51

References

1. Anaerobnyy filtr s sifonnym otvodom [Anaerobic filter with siphon tap] / *Evteyev V.K., Vasilyeva A.S., Aksenova I.V.* // Patent RF na izobreteniyе № 2631079. МПК C02F 3/00. C02F 11/04.; заявитель i patentoobladatel FGBOU VO "Irkutskiy GAU im. A.A. Ezhevskogo" – № 2015119212; заявлено 21.05.2015; opubl. 18.09.2017. Byul. no 26. – p. 8
2. *Vasilyev, F.A. et all* Agronomicheskaya effektivnost anaerobno sbrozhennykh organicheskikh udobreniy [Agronomic efficiency of anaerobically fermented organic fertilizers] / *F.A. Vasilyev, V.K. Evteyev, V.V. Zhitov* // *Vestnik IrGSKhA*. - Irkutsk. - 2012. – no 49. - pp. 92-99.
3. *Vasilyev, F.A.* Pererabotka navoza ferm i kompleksov krupnogo rogatogo skota s polucheniym kachestvennykh organicheskikh udobreniy i biogaza [Processing of farm manure and cattle complexes to obtain high-quality organic fertilizers and biogas] / *F.A. Vasilyev, V.K. Evteyev* // *Vestnik IrGSKhA*. - 2010. – no 38, mart. - pp. 44-49.
4. *Vasilyev, F.A. et all* Tekhnologiya anaerobnogo sbrazhivaniya navoza s differentsirovannoy dozoy zagruzki [Technology for anaerobic digestion of manure with a differentiated loading dose] / *Vasilyev F.A., Evteyev V.K.* // *Vestnik KrasGAU*. 2011. Vyp. 4. pp. 136-139.

5. Vasilyev, F.A. Tekhnologiya anaerobnoy pererabotki navoza krupnogo rogatogo skota v nakopitelnom rezhime [Technology of anaerobic processing of cattle manure in the accumulative mode]: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01 / Vasilyev Filipp Aleksandrovich. – Irkutsk. 2011. – 184 s.
6. Vasilyeva, A.S. Metantenk s fiksirovannoy biomassoy [Digester with fixed biomass] // Vestnik IrGSKhA. 2014. vyp. 65. pp. 84-91.
7. Vasilyeva, A.S. Povysheniye effektivnosti anaerobnoy pererabotki navoznykh stokov svinovodcheskikh predpriyatiy [Improving the efficiency of anaerobic processing of manure runoff from pig farms]: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01 / Vasilyeva Ayana Sergeevna. – Irkutsk. 2017. – 153 p.
8. Evtseyev, V. K. et all Podgotovka organosoderzhashchego syria k anaerobnomu sbrazhiva-niyu [Preparation of organic raw materials for anaerobic digestion] / V.K. Evtseyev. V.V. Palvinskiy. S.N. Ilin. F.A. Vasilyev // Chteniya I. P. Terskikh: Materialy VIII nauchno - prakticheskoy konferentsii. - Molodezhnyy: Izd-vo Irkutskogo GAU. 2019. - S. 117-124
9. Ilin, S.N. Resursosberegayushchaya tekhnologiya pererabotki svinogo navoza s polucheniyem biogaza [Resource-saving technology for processing pig manure to produce biogas]: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01 / Ilin Sergey Nikolayevich. – Irkutsk. 2005. – 171 s.
10. Koshevenko, A.V. Energeticheskij balans biogazovoy kogeneratsionnoy ustanovki [Energy balance of a biogas cogeneration plant] /A.V. Koshevenko. V.K. Evtseyev // Ekologicheskaya bezopasnost i perspektivy razvitiya agrarnogo proizvodstva Evrazii: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. posvyashchennoy 60-letiyu aspirantury IrGSKhA (3-5 dekabrya 2013 g.). Chast I – Irkutsk: Izd-vo IrGSKhA. 2013. – pp. 26 – 30.
11. Ustanovka dlya anaerobnogo sbrazhivaniya [Anaerobic digestion plant]/ Takhanov M.P., Vasilyev F.A., Ilin S.N., Evtseyev V.K. // Patent RF na izobreteniyе № 2678673 MPK C02F 11/04. C02F 3/28. Data publikatsii: 30.01.2019 Byul. No 4
12. Vasilev, F. Increasing the efficiency of biogas production from organic waste / Vasilev F., Palvinskiy V., Takhanov M. // Baikal Letter DAAD. 2019. no 1. pp. 49-51

Сведения об авторах

Мирзаев Бобир Маххаматович – студент 2 курса инженерного факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89641141413; e-mail: boburmirezayev1990@yandex.com).

Бозарова Мафтунa Бобоёрвна – студентка 2 курса инженерного факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89641141413; e-mail: boburmirezayev1990@yandex.com).

Васильев Филипп Александрович – кандидат технических наук, заведующий кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89246215515, e-mail: fvasiljiev@yandex.ru).

Пальвинский Виктор Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89025694069, e-mail: kvenbox@mail.ru).

Information about the authors

Mirzaev Bober Mahamatovich - 2nd year student of the faculty of engineering, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, Molodezhny, tel. 89641141413; e-mail: boburmirezayev1990@yandex.com).

Bazarova Maftuna Boboerovna – 2nd year student of the faculty of engineering, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 89641141413; e-mail: boburmirezayev1990@yandex.com).

Vasilev Filipp Aleksandrovich - candidate of technical sciences, head of the department of technical support of the agro-industrial complex of the faculty of engineering, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 89246215515, e-mail: fvasiljiev@yandex.ru).

Palvinskiy Viktor Viktorovich - candidate of technical sciences, associate professor of the Department of technical support of the agro-industrial complex of the faculty of engineering, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 89025694069, e-mail: kvenbox@mail.ru).

УДК 629.113

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БЕНЗИНОВОГО ДВС С ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ

Пестова С.В., Цэдашиев Ц.В.

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

В данной статье проанализированы исследования, причастные к методам и средствам диагностирования технического состояния двигателя внутреннего сгорания динамическим методом. Обозначены актуальные проблемы контроля технического состояния бензинового двигателя внутреннего сгорания с электронной системой управления, отсутствия эффективных методик динамического диагностирования бензиновых двигателя внутреннего сгорания, слабой изученности динамического параметра переходной характеристики, отражающей техническое состояние бензинового двигателя внутреннего сгорания с электронной системой управления.

Ключевые слова: диагностирование, динамический метод, цилиндро-поршневая группа, двигатель внутреннего сгорания, контроль технического состояния.

CONTROL OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE PETROL ICE WITH ELECTRONIC CONTROL SYSTEM

Pestova S.V., Thedashiev Th.V.

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

This article analyzes the research involved in the methods and means of diagnosing the technical condition of an internal combustion engine by a dynamic method. Actual problems of monitoring the technical state of a gasoline internal combustion engine with an electronic control system, the lack of effective methods for dynamic diagnostics of a gasoline internal combustion engine, poor knowledge of the dynamic parameter of the transient response reflecting the technical condition of a gasoline internal combustion engine with an electronic control system are indicated.

Key words: diagnosis, dynamic method, cylinder - piston group, internal combustion engine, technical condition control.

Автомобили малой грузоподъемности, произведенные Ульяновским и Горьковским автомобильными заводами, широко используются в агропромышленном комплексе (АПК) Российской Федерации.

Сельскохозяйственным организациям, лесоперерабатывающим предприятиям, индивидуальным предпринимателям, фермерским хозяйствам и кооперативам, осуществляющим деятельность в сельской местности, производители автомобилей предлагают различные программы для приобретения их продукции на выгодных условиях. Автомобили оборудуют бензиновыми двигателями внутреннего сгорания с электронной системой управления.

Работоспособность двигателя, ресурс которого зависит от цилиндропоршневой группы (ЦПГ), основательно влияет на эффективность использования автомобиля.

Новые методы контроля технического состояния двигателей внутреннего сгорания имеют высокую информативность диагноза и не требуют большого количества разборочно-сборочных работ, а значит, менее трудоемки [11].

Целью исследования является совершенствование динамического метода контроля, которое повлечет за собой рост эффективности контроля технического состояния двигателей внутреннего сгорания с электронной системой управления.

Объекты и методы. Оптимальным решением выявления диагностического параметра переходной характеристики, отражающей изменение технического состояния бензинового двигателя внутреннего сгорания с электронной системой управления, станет проведение теоретических и экспериментальных исследований, в то время как экспериментальные исследования планируются осуществлять на базе общепринятых методик и теории планирования эксперимента, с использованием откалиброванных приборов и компьютерной техники.

Методика исследований. Важнейшим средством повышения эффективности использования машин, является техническая диагностика. Диагностирование ТС элементов машин – необходимая составляющая системы ТО. При внедрении технической диагностики увеличивается наработка машин и их моторесурс. Наиболее важным и сложным для диагностирования узлом машины является двигатель, а у него – ЦПГ [6].

В рассмотренных трудах было выявлено, что нарушение герметичности ЦПГ влечет за собой ускоренное старение моторного масла и увеличение его расхода на угар, затруднение пуска, нарушение рабочих процессов в цилиндре, рост механических потерь. Бензины, не содержащие моющих присадок, нарушают работу системы впрыска, отчего снижается пропускная способность электромагнитных форсунок на 5 - 15 %. Если пропускная способность упадет больше, чем на 15 %, то состав горючей смеси превысит пределы воспламенения. Использование топлива низкого качества провоцирует появление детонации, которая, в итоге, увеличивает расход топлива и ускоряет износ ЦПГ.

Гирявец А.К. отмечает, что информации об алгоритмах управления

двигателями, оснащенным системами электронного управления топливоподачей и зажиганием немного. В работе [4] отражен общий алгоритм управления, где определены две группы режимов, реализуемых системой управления. Первая группа – режимы, обеспечивающие потенциальные возможности для управления мощностью двигателя, вторая – режимы, осуществляющие непосредственное управление мощностью.

Одной из причин износа ЦПГ, влияющей в свою очередь на эффективность использования двигателя, является система питания, имеющая весомую долю отказов. Поэтому её состояние в процессе эксплуатации нуждается в своевременной диагностике. Так как отказы носят случайный характер, разумно регулярно осуществлять контроль над техническим состоянием двигателя.

Одним из перспективных методов диагностирования является динамический метод диагностирования, основным преимуществом которого является отсутствие необходимости проведения разборочно - сборочных работ.

В СибИМЭ исследовали и предложили бестормозной динамический метод определения мощности двигателя, основанный на использовании переходного процесса двигателя и заключающийся в измерении углового ускорения при свободном разгоне вблизи номинальных оборотов. Разгон двигателя осуществляют ступенчатым изменением подачи топлива от минимальной до максимальной величины. Оперативность, универсальность, эстетичность и отсутствие субъективности, при оценке технического состояния ДВС, возможность диагностики в полевых условиях, невысокая стоимость прибора стали неоспоримыми достоинствами метода. Совершенствованием диагностического метода занимались: В.В. Альт, И.Р. Ахметзянов, В.Н. Башмакова, И.Н. Бурдинский, Д.М. Воронин, А.В. Гриценко, А.С. Гребенников, И.П. Добролюбов, Н.С. Ждановский, В.А. Змановский, А.Т. Клейн, С.Н. Кривцов, И.П. Терских и многие другие. В своих исследованиях они оценивали эффективную мощность, начало действия регулятора, максимальный крутящий момент, неравномерность работы цилиндров, коэффициент приспособляемости, расход топлива, угол начала подачи топлива и герметичность камеры сгорания. При анализе работ выполненных учеными было обнаружено, что бензиновым двигателям, в отличие от дизельных, уделялось меньше внимания. Из-за специфики работы карбюраторного двигателя, динамический метод диагностирования имеет ограниченные возможности.

А.Т. Клейном разработан статико-динамический способ испытания карбюраторных двигателей, основывающийся на свободном разгоне и выбеге при периодическом отключении и включении зажигания, обеспечивающее, в свою очередь, работу двигателя в узком интервале оборотов $\Delta n = n_2 - n_1$ при фиксированном положении дроссельной заслонки. Однако этот способ разгона имеет недостаток: из-за узкого скоростного диапазона в области

номинальной частоты вращения коленчатого вала, метод трудозатратен и низко информативен [3, 6].

Преимущество двигателей с электронным управлением и принудительным впрыском топлива – это возможность управлять зажиганием и топливоподачей [1, 2, 3, 4, 5, 9], поэтому режим свободного разгона двигателей с впрыском, возможно, задавать периодическим отключением - включением подачи топлива при полном открытии воздушной заслонки. Учитывая, преимущества двигателей с электронной системой управления предложен способ контроля в режиме циклического разгона - выбега [10]. Способ устраняет недостатки способа предложенного А.Т. Клейном, но также имеет недостаток из - за узкого скоростного диапазона, что приводит к снижению информативности. В работе [8] разработана система диагностирования двигателей внутреннего сгорания с электронной системой управления по внешней скоростной характеристике (ВСХ), согласно которой оценка состояния производится по развиваемой мощности двигателя, и определить направление поиска неисправности в таком случае затруднительно.

Способ для определения технического состояния цилиндро - поршневой группы двигателей внутреннего сгорания в эксплуатационных условиях, заключающийся в измерении давления картерных газов в период свободного разгона двигателя предложен Новосибирским ГАУ [12]. Данный метод более ориентирован на стационарное использование, чем на дистанционное, т. к. возникает необходимость установки дополнительного датчика и частичной герметизации системы вентиляции картерных газов.

В своих исследованиях [7] автор рассматривает комплекс методов для оценки технического состояния двигателя. Метод измерения ускорений коленчатого вала на холостом ходу, при отключении цилиндров, нивелирует влияние системы пуска на результаты диагноза АТПС, а также позволяет оценивать равномерность крутящих моментов по цилиндрам на холостом ходу и выявлять причины отклонений неравномерности моментов от норматива. К упомянутым режимам можно добавить режим разгона и выбега коленчатого вала, тогда появится возможность оценить ТС и других систем двигателя.

Говорим, что некоторые аспекты найденных проблемы решены не полностью.

Результаты исследований. Проведенный анализ литературных источников позволяет сделать вывод, что развитие перспективных динамических методов диагностики направлено, в большей степени, на дизельные двигатели и недостаточно освоены для бензиновых двигателей с электронной системой управления. В частности, не изучен разгон - выбег с минимальной пусковой частоты вращения коленчатого вала, который мог бы расширить скоростной диапазон и информативность.

Выводы. 1. В технологическом процессе АПК используются

автомобили малой и средней грузоподъемности, на которые устанавливаются бензиновые ДВС с электронной системой управления. В районах Иркутской области отсутствует дилерская сеть для обслуживания автомобилей, существующая дилерская сеть направлена на обслуживание сельскохозяйственной техники. Выявлено, что современный уровень конструкторского совершенствования систем ДВС идет со значительным опережением по отношению к конструкторскому совершенствованию средств технической диагностики. Совершенствование электронных систем ДВС, дает возможности для реализации различных тестовых режимов при диагностировании.

2. Неисправности цилиндрико-поршневой группы и системы питания, существенно влияют на эффективность работы бензиновых ДВС с электронной системой управления, и требуют периодического контроля.

3. Развитие эффективных динамических методов диагностики направлено в основном на дизельные двигатели и недостаточно изучены для бензиновых двигателей с электронной системой управления. В частности не изучен разгон – выбег с минимальной пусковой частоты вращения коленчатого вала.

Список литературы

1. Автомобильный справочник Bosch, Robert Bosch GmbH, 1999.
2. *Вертей М.Л.* Особенности работы бензиновых двигателей с принудительным впрыском топлива и электрическим управлением топливоподачи при разгоне / *М.Л. Вертей* // Современные и перспективные технологии в АПК Сибири: мат - лы Междунар. науч. - практ. конф. / Новосибирск -2006. - С. 110 - 111.
3. *Воронин Д.М.* Контроль экономичности работы двигателей (мощность, расход топлива): учебное пособие / *Д.М. Воронин*. – Новосибирск: НГАУ, 2004. – 60 с.
4. *Гирявец А.К.* Улучшение эксплуатационных показателей автомобилей путем научного обоснования и создания систем управления рабочим процессами двигателей с искровым зажиганием: дис. ... докт. техн. наук: 05.04.02; 05.20.03 / Александр Константинович Гирявец. – Санкт-Петербург-Пушкин, 1999. – 55 с.
5. *Ерохов В.И.* Системы впрыска бензиновых двигателей (конструкция, расчет, диагностика): учебник для вузов / *В.И. Ерохов*. - М. : Горячая линия – Телеком, 2011. – 552 с.
6. *Ильин П.И.* Диагностирование карбюраторного двигателя по моменту сопротивления прокручиванию коленчатого вала: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Петр Иванович Ильин. – Иркутск, 2002. – 171 с.
7. *Клейн А.Т.* Исследование бестормозного динамического метода контроля автотракторных двигателей в эксплуатационных условиях сельского хозяйства: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Александр Теодорович Клейн. – Новосибирск, 1973. – 194 с.
8. *Кривцов С.Н.* Методологические основы диагностики автомобилей с дизельными двигателями, оснащенными Аккумуляторными топливоподающими системами: автореф. дис. ... д-р. техн. наук: 05.22.10 / Сергей Николаевич Кривцов. – Иркутск, 2017. – 40 с.
9. *Кузнецов А.В.* Разработка системы диагностики ДВС на основе нечеткой логики: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Александр Валерьевич Кузнецов. – М. , 2007. – 19 с.

10. Мигуш С.А. Алгоритмы адаптивного управления инжекторными двигателями внутреннего сгорания: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Сергей Алексеевич Мигуш. – СПб, 2005. – 159 с.

11. Патент на полезную модель RU 30165. Компьютерный диагностический комплекс для диагностирования двигателей внутреннего сгорания при прокручивании коленчатого вала / П.И. Ильин, И.П. Терских, А.И. Федотов, Н.И. Мошкин, Н.И. Овчинникова, А.Н. Матвеев, Д.М. Лубсанов № 2002126501/20; заявл. 10.10.2002; опубл. 20.06.03.

12. Патент на полезную модель RU G 01 M 15/00. Способ испытания двигателей внутреннего сгорания с принудительным впрыском топлива и электрическим управлением топливopодачей / Д.М. Воронин, П.И. Федюнин, В.А. Комлев № 2003107802/06; заявл. 21.03.03; опубл. 20.10.04.

13. Пат. 2486486 Российская Федерация, RU G 01 M 15/04. Способ оценки технического состояния двигателя внутреннего сгорания / А.В. Сафонов, Д.М. Воронин, М.Л. Вертей, А.Ю. Понизовский, № 2011153450/06; заявл. 26.12.2011; опубл. 27.06.13.

References

1. *Avtomobil'nyj spravochnik* Bosch, Robert Bosch GmbH, 1999.
2. Vertej M.L. *Osobennosti raboty benzinovyh dvigatelej s prinuditel'nyim vpryskom topliva i elektricheskim upravleniem toplivopodachi pri razgone* / M.L. Vertej // *Sovremennye i perspektivnye tekhnologii v APK Sibiri: mat - ly Mezhdunar. nauch. - prakt. konf.* / Novosibirsk -2006. - pp. 110 - 111.
3. Voronin D.M. *Kontrol' ekonomichnosti raboty dvigatelej (moshchnost', raskhod topliva): uchebnoe posobie* / D.M. Voronin. – Novosibirsk: NGAU, 2004. – 60 p.
4. Giryavec A.K. *Uluchshenie ekspluatacionnyh pokazatelej avtomobilej putem nauchnogo obosnovaniya i sozdaniya sistem upravleniya rabochim processami dvigatelej s iskrovym zazhiganiem: dis. ... dokt. tekhn. nauk: 05.04.02; 05.20.03* / Aleksandr Konstantinovich Giryavec. – Sankt-Peterburg-Pushkin, 1999. – 55 p.
5. Erohov V.I. *Sistemy vpryska benzinovyh dvigatelej (konstrukciya, raschet, diagnostika): uchebnyk dlya vuzov* / V.I. Erohov. - M. : Goryachaya liniya – Telekom, 2011. – 552 p.
6. П'ин P.I. *Diagnostirovanie karbyratornogo dvigatelya po momentu soprotivle-niya prokruchivaniyu kolenчатого vala: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.03* / Petr Ivanovich П'ин. – Irkutsk, 2002. – 171 p.
7. Klejn A.T. *Issledovanie bestormoznogo dinamicheskogo metoda kontrolya avto-traktornyh dvigatelej v ekspluatacionnyh usloviyah sel'skogo hozyajstva: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.03* / Aleksandr Teodorovich Klejn. – Novosibirsk, 1973. – 194 p.
8. Krivcov S.N. *Metodologicheskie osnovy diagnostiki avtomobilej s dizel'nyimi dvigatelyami, osnashchennymi Akkumulyatornymi toplivopodayushchimi sistemami: avtoref. dis. ... d-r. tekhn. nauk: 05.22.10* / Sergej Nikolaevich Krivcov. – Irkutsk, 2017. – 40 p.
9. Kuznecov A.V. *Razrabotka sistemy diagnostiki DVS na osnove nechetkoj logiki: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.13.06* / Aleksandr Valer'evich Kuznecov. – M. , 2007. – 19 p.
10. Migush S.A. *Algoritmy adaptivnogo upravleniya inzhektornymi dvigatelyami vnutrennego sgoraniya: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.13.01* / Sergej Alekseevich Migush. – Spb, 2005. – 159 p.
11. Patent na poleznuyu model' RU 30165. *Komp'yuternyj diagnosticheskij kompleks dlya diagnostirovaniya dvigatelej vnutrennego sgoraniya pri prokruchivanii kolenчатого vala* / P.I. П'ин, I.P. Terskih, A.I. Fedotov, N.I. Moshkin, N.I. Ovchinnikova, A.N. Matveev, D.M. Lubsanov № 2002126501/20; zayavl. 10.10.2002; opubl. 20.06.03.

12. Patent na poleznuyu model' RU G 01 M 15/00. Sposob ispytaniya dvigatelej vnutrennego sgoraniya s prinuditel'nyum vpryskom topliva i elektricheskim upravleniem toplivopodachej / *D.M. Voronin, P.I. Fedyunin, V.A. Komlev* № 2003107802/06; zayavl. 21.03.03; opubl. 20.10.04.

13. Pat. 2486486 Rossijskaya Federaciya, RU G 01 M 15/04. *Sposob ocenki tekhnicheskogo sostoyaniya dvigatelya vnutrennego sgoraniya* / *A.V. Safonov, D.M. Voronin, M.L. Ver-tej, A.YU. Ponizovskij*, № 2011153450/06; zayavl. 26.12.2011; opubl. 27.06.13.

Сведения об авторах

Пестова Светлана Валерьевна - магистрант инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89642894606, e-mail: svetlaya0210@mail.ru).

Цэдашиев Цырендаши Владимирович - старший преподаватель кафедры эксплуатации машинно – тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального обучения инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89500834583, e-mail: thedashiev@mail.ru).

Information about authors

Pestova Svetlana Valerievna – student of engineering faculty, Irkutsk state agricultural university (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89041518516, e-mail: тел. 89642894606, e-mail: svetlaya0210@mail.ru).

Tsedashiev Tshedashi Vladimirovich – candidate of technical sciences, associate professor of the department of machine and tractor fleet operation, life safety and professional training. Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89025191511, e-mail: ipi.academy@mail.ru).

УДК 631.356.4:658.562

О РАЗРАБОТКЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КАРТОФЕЛЕКОПАТЕЛЯ

Праведников С.А., Кузьмин А.В.

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

В статье проанализированы процессы повреждения клубней при уборке картофеля и рассмотрен анализ рабочих органов картофелеуборочных копателей. На наш взгляд наиболее выгодно было бы внедрять более комплексный подход к проблеме снижения механических повреждений клубней. То есть выращивать картофель в наиболее благоприятных условиях произрастания и внедряя наиболее подходящие сорта картофеля (то есть получая гораздо большие урожаи), кроме того используя наиболее подходящий комплекс машин. Параллельно, конечно не прекращая, разрабатывать все более новые конструкции рабочих органов, внедряя при этом все более перспективные материалы, например, композиционные. Подробный анализ поверхности отклика, описываемой математической моделью второго порядка, проводили с помощью двумерных сечений. По двумерным сечениям поверхности отклика можно судить об изменении величины параметра оптимизации в зависимости от натуральных значений исследуемых факторов.

Ключевые слова: анализ, рабочие органы, механические повреждения, клубни картофеля, уборка машинами, конструкция машины.

THE STUDY OF THE PROCESSES OF DAMAGE OF TUBERS DURING HARVESTING POTATOES

Pravednikov S.A, Kuzmin A.V.

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

The article analyzes the processes of damage to tubers during potato harvesting and analyzes the working organs of potato diggers. In our opinion, it would be most advantageous to introduce a more comprehensive approach to the problem of reducing mechanical damage to tubers. That is, growing potatoes in the most favorable growing conditions and introducing the most suitable varieties of potatoes (that is, getting much larger yields), in addition to using the most suitable com-Plex of machines. In parallel, of course, without ceasing to develop more and more new designs of working bodies, while introducing more and more promising materials, such as composite ones. A detailed analysis of the response surface described by the second-order mathematical model was performed using two-dimensional sections. Two-dimensional cross-sections of the response surface can be used to judge the change in the value of the optimization parameter depending on the natural values of the studied factors.

Keywords: analysis, working organs, mechanical damage, potato tuber, cleaning machines, machine design. when determining the maximum speeds of working bodies.

В настоящее время уровень развития картофелеводства стоит достаточно высоко. Особенно это касается уровня развития механизации производственных процессов, в частности такого важнейшего технологического процесса, как уборка картофеля. Конечно, на современном этапе развития науки и техники можно было бы в достаточной степени механизировать и автоматизировать данный процесс. Но, однако, как оказалось все не так просто, все ограничивает сам объект технологического процесса – клубень картофеля, он как объект живой природы, ограничивает уровень механизации и автоматизации таким явлением, как повреждаемость живой ткани – повреждаемость кожуры и мякоти клубня. Изучением процессов повреждаемости клубней при разных технологических производственных процессах картофелеводства занимались очень многие ученые [1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11], которые установили основные факторы, влияющие на повреждаемость клубней: это, прежде, всего почвенно-климатические условия произрастания (влажность и температура), но и даже сортовые отличия картофеля, а также такие важные параметры – как рабочие скорости рабочих органов, сама конструкция машины и материал покрытия рабочих органов.

В настоящее время выявились определенные тенденции развития конструкции сепарирующих рабочих органов (как наиболее повреждающих): это, прежде всего прутковые элеваторы, а затем роторные сепарирующие

органы. Первые наиболее эффективны при работе на легких песчаных почвах, а вторые – в условиях более тяжелых суглинистых почв.

На наш взгляд наиболее выгодно было бы внедрять более комплексный подход к проблеме снижения механических повреждений клубней. То есть выращивать картофель в наиболее благоприятных условиях произрастания и внедряя наиболее подходящие сорта картофеля (то есть получая гораздо большие урожаи), кроме того используя наиболее подходящий комплекс машин. Параллельно, конечно не прекращая, разрабатывать все более новые конструкции рабочих органов, внедряя при этом все более перспективные материалы, например, композиционные.

Так, например, мы провели анализ математической модели процесса отделения растительных примесей на роторном сепараторе. В качестве исследуемой конструкции картофелеуборочной машины была взята экспериментальная машина. Оценку повреждаемости проводили в соответствии с методикой ОСТ 10-8.5-87.

При проведении опытов мы выявили, что из механических повреждений преобладают разрезы и надрезы. Обдир кожуры и потемнения мякоти вызываются в результате динамического воздействия клубней с рабочими органами машин, камнями и комками почвы, а также между собой. Отдельные клубни имели несколько видов повреждений.

Таким образом, из всех рабочих органов комбайна наиболее опасны (с точки зрения механических повреждений клубней) сепарирующие органы и перепады с одного рабочего органа на другой.

Поэтому нами предлагается рассмотреть конструкцию картофелекопателя, как уборочную машину, наименее повреждающую клубни.

В результате расчета коэффициентов регрессии получено следующее уравнение:

$$Y = 86,4082 - 7,2099X_1 - 2,5145X_2 + 1,1217X_3 + 1,8556X_4 - 2,8525X_1^2 - 1,8665X_2^2 - 3,0272X_4^2 + 0,5687X_1X_4 + 0,8437X_2X_3 + 0,6312X_3X_4$$

Подробный анализ поверхности отклика, описываемой математической моделью второго порядка, проводили с помощью двумерных сечений.

По двумерным сечениям поверхности отклика можно судить об изменении величины параметра оптимизации в зависимости от натуральных значений исследуемых факторов. Рассмотрение всех возможных двумерных сечений даёт наглядное представление о влиянии каждой пары факторов на параметр оптимизации.

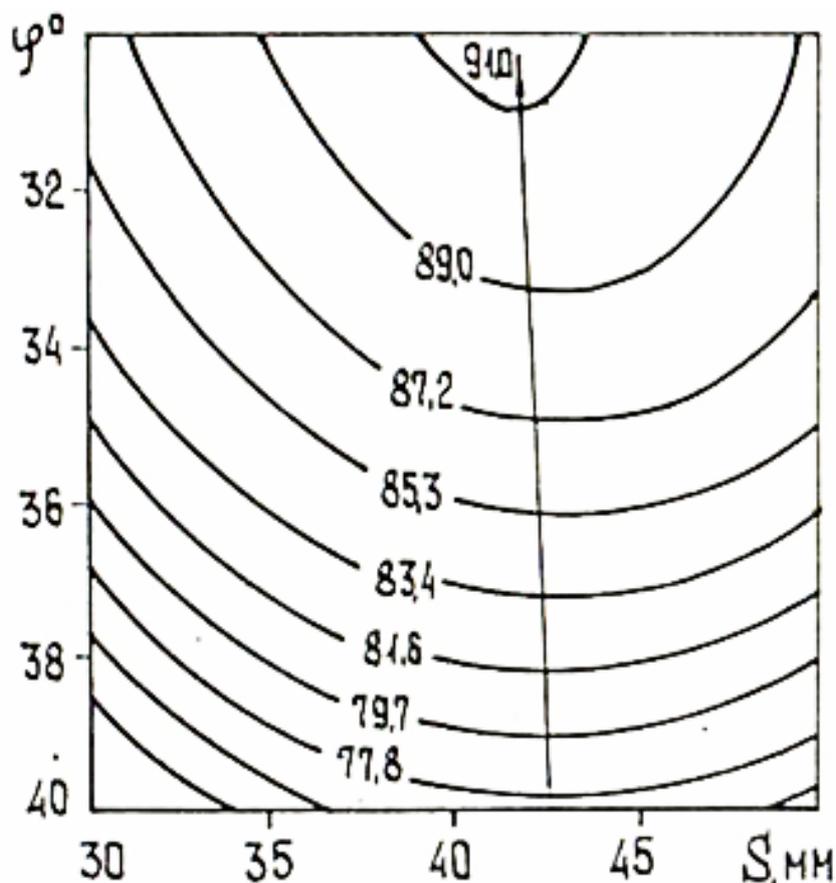


Рисунок 1 – Двумерные сечения поверхности отклика: зависимость полноты выделения примесей от угла наклона и перекрытия пальцев

На рисунке 1 представлена зависимость полноты выделения примесей от угла наклона (φ) и перекрытия пальцев (S). Наилучшее значение параметра оптимизации при $\varphi = 29^\circ$ и $S = 42$ мм – 91%. 89% - ное выделение примесей можно получить при увеличении угла наклона до 33° и изменении перекрытия пальцев роторов от 35 до 50 мм. При большем изменении перекрытия значение параметра оптимизации резко снижается. Это объясняется тем, что при значении перекрытия менее 35 мм растительные примеси в процессе транспортирования вверх, перемещаясь пальцами роторов одного вала, не подхватываются пальцами роторов соседнего вала. С увеличением перекрытия более 50 мм нарушается процесс вычёсывания примесей, они сбиваются вниз летящими клубнями, кроме того, сокращается общая длина сепарирующей поверхности.

Выводы. Проведённые экспериментальные исследования подтвердили теоретические выводы о возможности отделения растительных примесей роторным сепаратором и доказали хорошую сходимость результатов теоретического анализа и опытных данных. Изучение поверхности отклика с помощью двумерных сечений позволило установить взаимосвязь исследуемых факторов и решить поставленную задачу оптимизации параметров и режимов работы сепаратора.

Список литературы

1. *Белевич П.К.* К анализу способов разрушения почвенных комков и пласта картофельной грядки / П.К. Белевич // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. - М., 1966.
2. *Безрукий Л.П.* Исследование процесса разрушения почвенных комков и повреждаемости клубней на рабочих органах картофелеуборочных машин: Дис. ... канд. техн. наук / Л.П. Безрукий. – Минск, 1962.
3. *Бжеззовская А.И.* Исследование сопротивления клубней картофеля механическим повреждениям, вызываемым динамическими нагрузками: Дис. ... канд. техн. наук / А.И. Бжеззовская. - Минск, 1970.
4. *Большешапова, Н.И., Бурлов, С.П.* Перспективные гибриды картофеля конкурсного испытания [Текст] / Н.И. Большешапова, С.П. Бурлов // Вестник ИрГСХА, 2019, выпуск 92, июнь. – С. 7-16.
5. *Вольников А.И.* Исследования рабочего процесса посадочного аппарата картофелесажалки и показателей прочности клубней картофеля: Дис. ... канд. техн. наук / А.И. Вольников. - Горький, 1972.
6. *Гагулина В.Г.* Исследование причин повреждения клубней картофеля при посадке вычерпывающим аппаратом и изыскание способов их снижения: Дис. ... канд. техн. наук / В.Г. Гагулина. - Л., 1980.
7. *Климарев В.П.* Исследование некоторых показателей прочности клубней и повреждения их картофелесажалками: Дис. ... канд. техн. наук / В.П. Климарев. - Горький, 1974.
8. *Остроумов, С.С.* Направления развития картофелеуборочных машин с целью снижения повреждаемости картофеля / С.С. Остроумов, А.В. Кузьмин, М.К. Бураев: Монография. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2014. – 227 с.: ил. – ISBN.
9. *Солодухин Г.П.* Изыскание и исследование ротационного рабочего органа для рыхления и сепарации почв в картофелеуборочных машинах: Дис. ... канд. техн. наук / Г.П. Солодухин. - Горький, 1963.
10. *Ткачев М.Т.* Исследование и изыскание сепарирующих рабочих органов картофелеуборочных машин: Дис. ... канд. техн. наук / М.Т. Ткачев. - Минск, 1956.
11. *Тукс П.Т.* Влияние уборки и хранения на качество картофеля / П.Т. Тукс // Рост и развитие картофеля / Пер. с англ.- М., 1966.

References

1. Belevich P. K. *K analizu sposobov razrusheniya pochvennykh komkov i plasta kartofelnoy gryadki* [To the analysis of methods of destruction of soil lumps and layer of potato beds] / P. K. Belevich // Mechanization and electrification of socialist agriculture. - M., 1966.
2. Bezruky L. P. *Issledovaniye protsessa razrusheniya pochvennykh komkov i povrezhdayemosti klubney na rabochikh organakh kartofeleuborochnykh mashin* [Study of the process of destruction of soil lumps and damage to tubers on the working bodies of potato harvesters]: Dis. ... kand. tech. Sciences / L. p. Bezruky. - Minsk, 1962.
3. Brezovska A. I. *Issledovaniye soprotivleniya klubney kartofelya mekhanicheskim povrezhdeniyam. vyzyvayemym dinamicheskimi nagruzkami* [Study of resistance of potato tubers to mechanical damage caused by dynamic loads]: Dis. ... kand. tech. Sciences / A. I. Brezovska. - Minsk, 1970.
4. Bolsheshapova N.I., Burlov, S.P. *Perspektivnye gibridy kartofelya konkursnogo ispytaniya* [Promising potato hybrids for competitive testing] / N. I. Bolsheshapova, S. P. Burlov // Vestnik Irgsha, 2019, issue 92, June. - Pp. 7-16.

5. Volnikov A.I. *Issledovaniya rabocheho protsessa posadochnogo apparata kartofelesazhalki i pokazateley prochnosti klubney kartofelya* [The study of the working process of the planting machine and indicators of potato tubers strength]: Dis. ... kand. tech. Sciences / A. Volnikov. - Gorky, 1972.

6. Gagulina V. G. *Issledovaniye prichin povrezhdeniya klubney kartofelya pri posadke vycherpyvayushchim apparatom i izyskaniye sposobov ikh snizheniya* [Investigation of the causes of damage to potato tubers during planting with a scooper and finding ways to reduce them]: Dis. ... kand. tech. Sciences / V. G. Gagulina. - L., 1980.

7. Klimarev V.P. *Issledovaniye nekotorykh pokazateley prochnosti klubney i povrezhdeniya ikh kartofelesazhalkami* [Study of some indicators of the strength of tubers and damage to them by potato-planters]: Dis. ... kand. tech. Sciences / V. p. Klimarev. - Grief cue, 1974.

8. Ostroumov S. S. *Napravleniya razvitiya kartofeleuborochnykh mashin s cel'yu snizheniya povrezhdaemosti kartofelya* [Directions of development of potato harvesting machines to reduce potato damage] / S. S. Ostroumov, A.V. Kuzmin, M. K. Buraev: Monograph. – Irkutsk: publishing house of ISAA, 2014. – 227 p.: Il. - ISBN.

9. Solodukhin G.P. *Izyskaniye i issledovaniye rotatsionnogo rabocheho organa dlya rykhleniya i separatsii pochv v kartofeleuborochnykh mashinakh.* [Research and study of rotary working body for so Izyskaniye i issledovaniye rotatsionnogo rabocheho organa dlya rykhleniya i separatsii pochv v kartofeleuborochnykh mashinakh il loosening and separation in potato harvesters]: Dis. ... kand. tech. Sciences / G. P. Solodukhin. - Gorky, 1963.

10. Tkachev M.T. *Issledovaniye i izyskaniye separiruyushchikh rabochikh organov kartofeleuborochnykh mashin* [Research and research of separating working bodies of potato harvesters]: Dis. ... kand. tech. Sciences / M. T. Tkachev. - Minsk, 1956.

11. Tux P.T. *Vliyaniye uborki i khraneniya na kachestvo kartofelya* [The Effect of harvesting and storage on the quality of potatoes] / P.T. Tux //Growth and development of potatoes / TRANS. from English. - M., 1966.

Сведения об авторах

Праведников Сергей Алексеевич – студент 3 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Россия, 664038, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89500733391, e-mail: pravedS@mail.ru)

Кузьмин Александр Викторович - доктор технических наук, профессор кафедры «Технический сервис и инженерные дисциплины», Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Россия, 664038, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89503835361, e-mail: kuzmin_burgsha@mail.ru).

Information about the authors

Pravednikov Sergej Alekseevich – 3rd year student of the faculty of engineering; Irkutsk state agricultural university A. A. Ezhevsky named A.A. Izhevsky (Russia, 664038, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89500733391, e-mail: pravedS@mail.ru)

Kuzmin Aleksandr Viktorovich – doctor of technical Sciences, professor of department "Technical service and engineering disciplines", Irkutsk state agricultural university named A.A. Ezhevsky (Russia, 664038, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89503835361, e-mail: kuzmin_burgsha@mail.ru).

УДК 377.5
ДУАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ
СРЕДНЕГО ЗВЕНА ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Раковская Д.Э., Белобородова В.Г., Бричагина А.А., Коваливнич В.Д.
Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

В статье кратко описывается модель дуального образования, существующая в Германии, приводятся ее преимущества для обучающихся и работодателей. В Российской Федерации в настоящее время элементы дуального обучения внедрены в учебный процесс многих учреждений профессионального образования, в том числе используются при подготовке специалистов для агропромышленного комплекса Иркутской области по специальности 35.02.07 «Механизация сельского хозяйства». Применение элементов дуальной системы обучения в образовательном процессе способствует повышению профессионального уровня выпускников, что увеличивает их шансы на успешное трудоустройство и удовлетворяет потребности работодателей.

Ключевые слова: дуальное образование, дуальная система, конкурентоспособность, профессиональное образование, профессиональная адаптация.

DUAL TRAINING IN THE EDUCATION OF MIDDLE SPECIALISTS FOR
AGRICULTURE

Rakovskaya D.E., Beloborodova V.G., Brichagina A.A., Kovalibnich V.D.
Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky,
Molodezhni, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

The article briefly describes the model of dual education that exists in Germany, its advantages for students and employers. In the Russian Federation, at present, the elements of dual education have been introduced into the educational process of many vocational education institutions in the country and are used in training specialists for the agro-industrial complex of the Irkutsk region, including the specialization 35.02.07 “Agricultural mechanization”. The use of elements of the dual training system in the educational process helps to increase the professional level of graduates, which increases their chances of finding a job and satisfies the needs of employers.

Keywords: dual education, dual system, competitiveness, professional education, professional adaptation.

Руководители сельскохозяйственных предприятий при подборе специалистов среднего звена заинтересованы в кадрах имеющих не только специальное образование, но и опыт работы по профессии. Поэтому выпускники средних профессиональных образовательных учреждений зачастую испытывают трудности при устройстве на работу и в дальнейшем, в адаптации к трудовой деятельности.

С целью повышения эффективности образовательного процесса Правительством Российской Федерации был принят Комплекс мер, направленных на совершенствование системы среднего профессионального образования на 2015-2020 годы, утвержденный распоряжением Правительства от 3 марта 2015 года №349-р, в котором предусматривалось

«последовательное внедрение в среднее профессиональное образование практико-ориентированной (дуальной) модели обучения» [2].

Дуальное обучение, при котором теоретическая подготовка студентов осуществляется в образовательном учреждении, практическая – в реальных производственных условиях получило широкое распространение в мире.

Родоначальником дуального образования является Германия. В настоящее время в стране и в большинстве других европейских стран обучение в средних профессиональных учебных заведениях длится, в зависимости от специальности, 2...3,5 года. Предприятия, имеющие разрешение на осуществление образовательной деятельности (разрешение выдается Торгово-промышленной или Ремесленной палатой), осуществляют конкурсный отбор абитуриентов на основании результатов тестирования. С претендентами, прошедшими конкурс предприятие заключает договор на обучение [8].

Учебные планы составлены таким образом, что 60...70 % учебного времени приходится на приобретение практических навыков и умений непосредственно на предприятии, а 30...40 % на получение теоретических знаний в образовательной организации. Торгово-промышленная или Ремесленная палата несут ответственность за качество обучения и присвоение профессиональных квалификаций [6, 9, 10, 11].

Преимущества европейского дуального профессионального образования общеизвестны: теоретическое обучение вплотную приближено к практике; студенты получают стипендию на протяжении всего срока обучения; большая вероятность трудоустройства на предприятие, где проходило практическое обучение; высокая востребованность выпускников на рынке труда; высокая вероятность карьерного роста; международное признание дипломов немецкого профессионального образования,

По окончании обучения более 95% выпускников средних профессиональных образовательных учреждений успешно трудоустраиваются. При этом предприятия, участвующие в образовательной программе полностью удовлетворяют свои потребности в квалифицированной рабочей силе [6, 9, 10, 11].

В Российской Федерации в настоящее время внедрение дуальной модели образования в таком формате затруднительно, так как в стране отсутствуют те институты, в окружении которых она функционирует в Германии.

Авторы Ф. Ф. Дудырев, О. А. Романова, А. И. Шабалин в работе «Дуальное обучение в российских регионах: модели, лучшие практики, возможности распространения» проанализировали опыт внедрения дуального образования в 13 субъектах Российской Федерации. В результате исследований было установлено, что внедрение дуального образования требует наличия необходимых экономических условий (рост региональной экономики, инвестиционные проекты в высокотехнологичных секторах) и

существования системы бизнес-структур (экономическая обоснованность финансовых вложений в подготовку кадров). Кроме того, необходимо заинтересованное участие региональных органов власти, способность образовательных организаций СПО перестроить образовательный процесс в соответствии с требованиями, исходящими от работодателей [3].

Дуальное обучение пока не закреплено должным образом в образовательном законодательстве Российской Федерации. Широкое распространение дуальной системы образования требует урегулирования большого количества вопросов, связанных с лицензированием организаций, включаемых в образовательный процесс, с определением статуса наставников, как участников образовательного процесса и т. д. Без внесения соответствующих изменений и дополнений в законодательство широкое распространение дуального обучения вряд ли будет возможно [3].

В современном российском профессиональном образовании дуальное обучение рассматривается в узком смысле как форма организации и реализации образования, при которой теоретическое обучение осуществляется в образовательном учреждении, а практическое – на рабочих местах при прохождении учебных и производственных практик [1, 5].

В таком виде элементы дуального обучения внедрены во многих учреждениях профессионального образования.

В соответствии с государственной программой Иркутской области «Развитие образования» на 2019 - 2024 годы, утвержденной постановлением Правительства Иркутской области от 9 ноября 2018 г. N 820-пп развитие дуальной системы образования является приоритетным направлением развития профессионального образования Иркутской области [7].

Развитие дуальной системы образования при подготовке специалистов для сельского хозяйства Иркутской области направлено на выпускников, чья квалификация максимально соответствует потребностям конкретных предприятий, специфике его деятельности. Это предполагает совместную работу сельскохозяйственных предприятий и образовательных учреждений. При реализации концепции дуального обучения качественно меняется роль работодателя. В соответствии с принятой концепцией на предприятии создаются рабочие учебные места, на которых под руководством специально подготовленных наставников студенты получают опыт практической деятельности.

Проанализируем, как внедряются элементы дуального обучения в образовательный процесс подготовки техников-механиков для агропромышленного комплекса. Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту среднего профессионального образования специальности (ФГОС СПО) 35.02.07 «Механизация сельского хозяйства» сроки получения среднего профессионального образования по программе подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ) составляют 147 недель (1 неделя равна 1 зачетной единицы – 36 ч.). Из них, подготовка по учебным

циклам в образовательном учреждении занимает 80 недель. На практику отводится 29 недель, из которых 21 – учебная практика, 8 – производственная практика. Таким образом, доля практик составляет 23 % от общей трудоемкости.

В колледже автомобильного транспорта и агротехнологий при Иркутском аграрном университете имени А.А. Ежевского учебный план подготовки техников-механиков по специальности предполагает прохождение нижеследующих учебных практик:

- назначение и общее устройство тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин;
- подготовка тракторов и сельскохозяйственных машин и механизмов к работе;
- комплектование машинно-тракторного агрегата для выполнения сельскохозяйственных работ;
- система технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин и механизмов;
- управление транспортными средствами.

В большинстве случаев, учебная практика осуществляется в лабораториях и учебных мастерских образовательной организации под руководством преподавателя.

При тесном сотрудничестве с работодателями в последние годы была значительно укреплена материально-техническая база – открыты учебные классы ведущих отечественных и зарубежных производителей сельскохозяйственной техники, для отработки навыков управления современной техникой лаборатории оснащены симуляторами-тренажерами.

В течение обучения студенты проходят следующие виды производственных практик:

- комплектование машинно-тракторного агрегата для выполнения сельскохозяйственных работ;
- техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов; ремонт отдельных деталей и узлов;
- управление транспортными средствами;
- управление структурным подразделением организации (предприятия);
- производственная (преддипломная) практика.

Все производственные практики осуществляются на базе сельскохозяйственных предприятий, использующих передовые технологии возделывания сельскохозяйственных культур и имеющих квалифицированных наставников.

В результате прохождения практик непосредственно на рабочих местах в сельскохозяйственных предприятиях студенты приобретают не только необходимые знания, умения и навыки, но и опыт производственной деятельности [4].

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

Таким образом, использование элементов дуальной системы обучения в образовательном процессе при подготовке специалистов по специальности 35.02.07 «Механизация сельского хозяйства» способствует повышению профессионального уровня выпускников, что увеличивает их шансы на трудоустройство и удовлетворяет потребности работодателей.

Список литературы

1. Академия профессионального развития / Дуальное обучение в СПО. Дорогу перспективам! [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://academy-prof.ru/blog/dualnoe-obrazovanie-studentov-spo.-> 20.02.2020.
2. Грант. ру. Информационно-правовой портал / Распоряжение Правительства РФ от 3 марта 2015 г. N 349-р Об утверждении комплекса мер и целевых индикаторов и показателей комплекса мер, направленных на совершенствование системы среднего профессионального образования, на 2015-2020 гг. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70783150>. – 20.02.2020.
3. Дудырев Ф.Ф. Дуальное обучение в российских регионах: модели, лучшие практики, возможности распространения / Ф.Ф. Дудырев, О.А. Романова, А.И. Шабалин// Вопросы образования. - 2018. - № 2. - С. 117 – 138.
4. Луковников Н.Н. Психология и педагогика профессиональной деятельности: Учебное пособие / Н.Н. Луковников. - Тверь: изд-во Тверская ГСХА. - 2019. - 197 с.
5. Сетевой институт дополнительного профессионального образования / Профессиональное развитие и повышение квалификации, профессиональная переподготовка [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://posidpo.ru.> - 20.02.2020.
6. Соловьева С.В. Дуальная система профессионального образования в Германии / С.В. Соловьева // Вестник Народного университета им. Н.И. Лобачевского. Серия Социальные науки. - 2013. - № 4.- С. 95-99.
7. Техэксперт / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации / Об утверждении государственной программы Иркутской области "Развитие образования" на 2019 - 2024 годы (с изменениями на 17 декабря 2019 года) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/550247336.-> 20.02.2020.
8. Шилина О.А. Обучающее предприятие как важнейшая составляющая процесса обучения в дуальной системе профессионального образования Германии / О.А. Шилина // Известия ПГПУ им. В.Г.Белинского. - 2009. - № 12. - С. 243-248.
9. Astheimer S. Duales System Ausbildung made in Germany [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.faz.net>. - 20.02.2020.
10. Deissinger Thomas; Hellwig Silke. Education + Training, Volume 47, Numbers 4-5, 2005, pp. 312-324(13)Publisher: Emerald Group Publishing Limited Apprenticeships in Germany: modernising the Dual System [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/00400910510601896/full>. 1- 20.02.2020.
11. Duale Ausbildung sichtbar gemacht. Bonn, Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.worldskillsleipzig2013.com>. - 20.02.2020.

References

1. *Akademiya professional'nogo razvitiya / Dual'noe obuchenie v SPO. Dorogu perspektivam!* [Elektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <https://academy-prof.ru/blog/dualnoe-obrazovanie-studentov-spo.-> 20.02.2020.
2. Грант. Ру. Informacionno-pravovoj portal / Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 3 marta 2015 g. N 349-r Ob utverzhdenii kompleksa mer i celevyh indikatorov i pokazatelej

комплекса мер, направленных на совершенствование системы среднего профессионального образования, на 2015-2020 гг. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70783150>. – 20.02.2020.

3. Dudyrev F.F. et all *Dual'noe obuchenie v rossijskikh regionah: modeli, luchshie praktiki, vozmozhnosti rasprostraneniya* / F.F. Dudyrev, O.A. Romanova, A.I. SHabalin// *Voprosy obrazovaniya*. - 2018. - no 2. - pp. 117 – 138.

4. Lukovnikov N.N. *Psihologiya i pedagogika professional'noj deyatel'nosti: Uchebnoe posobie* / N.N. Lukovnikov. - Tver': izd-vo Tverskaya GSKHA. - 2019. - 197 s.

5. *Setevoj institut dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya* / Professional'noe razvitie i povyshenie kvalifikacii, professional'naya perepodgotovka [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://posidpo.ru>. - 20.02.2020.

6. Solov'eva S.V. *Dual'naya sistema professional'nogo obrazovaniya v Germanii* / S.V. Solov'eva // *Vestnik Narodnogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Seriya Social'nye nauki*. - 2013. - no 4.- pp. 95-99.

7. Tekhekspert / *Elektronnyj fond pravovoj i normativno-tehnicheskoy dokumentacii* / Ob utverzhdenii gosudarstvennoj programmy Irkutskoj oblasti "Razvitie obrazovaniya" na 2019 - 2024 gody (s izmeneniyami na 17 dekabrya 2019 goda) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/550247336>.- 20.02.2020.

8. Spilina O.A. *Obuchayushchee predpriyatие kak vazhnejshaya sostavlyayushchaya processa obucheniya v dual'noj sisteme professional'nogo obrazovaniya Germanii* / O.A. SHilina // *Izvestiya PGPU im. V.G.Belinskogo*. - 2009. - no 12. - pp. 243-248.

9. Astheimer S. *Duales System Ausbildung made in Germany* [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.faz.net>. - 20.02.2020.

10. Deissinger Thomas; Hellwig Silke. *Education + Training, Volume 47, Numbers 4-5, 2005, pp. 312-324(13)* Publisher: Emerald Group Publishing Limited *Apprenticeships in Germany: modernising the Dual System* [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/00400910510601896/ful.1>- 20.02.2020.

11. *Duale Ausbildung sichtbar gemacht*. Bonn, Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.worldskillsleipzig2013.com>. - 20.02.2020.

Сведения об авторах

Раковская Дарья Эдуардовна – студент 2 курса инженерного факультета Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

Белобородова Виктория Геннадьевна- студент 2 курса инженерного факультета Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

Бричагина Анастасия Александровна–кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

Коваливнич Виктория Дмитриевна – старший преподаватель кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

Information about the authors

Rakovskaya Daria Eduardovna –the 2th year student of the faculty of engineering Irkutsk state agricultural university A. A. Ezhevsky named A.A. Izhevsky (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

Beloborodova Viktoria Gennadievna –the 2th year student of the faculty of engineering Irkutsk state agricultural university A. A. Ezhevsky named A.A. Izhevsky (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

Brichagina Anastasia Aleksandrovna–candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of technical support of agriculture, faculty of engineering Irkutsk state agricultural university A. A. Ezhevsky named A.A. Izhevsky (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

Kovalivnich Victoria Dmitrievna –senior lecturer of the department of technical support of agriculture, faculty of engineering Irkutsk state agricultural university A. A. Ezhevsky named A.A. Izhevsky (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

УДК 159.9.072.4

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ САМООЦЕНКИ СТУДЕНТОВ
ИРКУТСКОГО ГАУ**

Раковская Д.Э., Чубарева М.В.

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

Аннотация. В статье рассматривается исследование самооценки у студентов 1-4 курсов Иркутского ГАУ. Интерес для данного исследования представляло выявить и проанализировать данные об особенностях самооценки. В качестве показателя выбрана степень самооценки студентов 1-4 курса Иркутского ГАУ. Для решения поставленной цели выбрана методика тестирования Понамаренко Л.П. на основе методики семантического дифференциала. В эксперименте приняли участие студенты 1-4 курсов Иркутского ГАУ в возрасте 18-23 лет. Направления подготовки студентов выбирались случайным порядком. Методом экспертных оценок были выявлены наиболее значимые качества самооценки студентов. Эти качества характера набрали наибольшее количество баллов по весовым коэффициентам, соответственно 3.55, 3.08, 3.48, 3.08. Произведен анализ студентов 1-4 курсов по параметрам самооценки: заниженная, адекватная, завышенная.

Ключевые слова: студенты, самооценка, информация, эмоциональные ситуации.

**STUDY OF THE DEGREE OF SELF-ASSESSMENT OF STUDENTS OF THE
Irkutsk State Agrarian University**

Rakovskaya D.E., Chubareva M.V.

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

Annotation. The article discusses the study of self-esteem in students of 1-4 courses of the Irkutsk State Agrarian University. Of interest for this study was to identify and analyze data on the characteristics of self-esteem. As an indicator, the degree of self-esteem of students 1-4 years of the Irkutsk State Agrarian University was selected. To solve this problem, a testing methodology was chosen Ponomarenko L.P. based on the semantic differential technique. The

experiment was attended by students of 1-4 courses of the Irkutsk State Agrarian University at the age of 18-23 years. Directions for preparing students were chosen randomly. Using the method of expert evaluations, the most significant qualities of students' self-esteem were identified. These qualities of character scored the most points in terms of weighting factors, respectively 3.55, 3.08, 3.48, 3.08. The analysis of students 1-4 courses on the parameters of self-esteem: understated, adequate, overvalued.

Keywords: students, self-esteem, information, emotional situations.

Введение. Знание себя, своих физических, психических и нравственных характеристик даёт возможность человеку контролировать и регулировать свои действия и поведение. Важную роль в этом играет самооценка, которая является ценностью, значимость которой человек определяет особенностями отдельных сторон характера, деятельности, поведения личности в целом [6].

Самооценка — это оценка личностью самой себя, своих возможностей, качеств и места среди других людей, нечто большее, чем просто уверенность в себе. Она связана с тем, насколько мы ценим себя, а уверенность в себе относится к нашим действиям и поведению. Можно сказать, что самооценка — фундамент уверенности [3, 4].

Интерес для данного исследования представляло выявить и проанализировать данные об особенностях самооценки.

Цель исследования – с помощью тестирования выявить степень самооценки у студентов 1 - 4 курса Иркутского ГАУ.

В качестве показателя выбрана степень самооценки студентов 1-4 курса Иркутского ГАУ.

$$K_s = f(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n) \quad (1)$$

где K_s – степень самооценки; $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ – показатели самооценки или факторы, влияющие на самооценку.

Материалы и методы исследования. Для решения поставленной цели выбрана методика тестирования Понамаренко Л.П. на основе методики семантического дифференциала [5].

В эксперименте приняли участие студенты 1 - 4 курсов Иркутского ГАУ в возрасте 18-23 лет. Направления подготовки студентов выбирались случайным образом.

Перед началом исследования был проведен сбор анкетных данных студентов: пол, возраст.

Студентам предлагалось пройти тест, состоящий из полярных характеристик. На бланке (табл. 1) представлено 15 свойств характера (параметра самооценки), имеющие два полярных полюса. Необходимо последовательно по каждой паре определить, как это свойство проявляется у испытуемых, выбирая номера баллов от 1 до 7 [5].

На первом этапе тестирования по каждой паре выбирался номер колонки, соответствующий тому, как каждое из свойств проявляется у испытуемых в настоящий период их жизни («реальный Я»). Выбор

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

обозначали крестиком («х») в соответствующем квадратике.

На втором этапе испытуемые производили оценку того, какие бы свойства характера они хотели иметь («идеальный Я») и обозначали свой выбор кружочком (табл. 1).

Таблица 1 – Пример заполнения теста по определению самооценки

Показатели		Баллы							Показатели	
		1	2	3	4	5	6	7		
1	Добрый	•		×					Злой	
2	Общительный		•			×			Замкнутый	
3	Уверенный в себе		•		×				Неуверенный в себе	
4	Раздражительный						×	•	Спокойный	
5	Неоткровенный		×					•	Откровенный	
6	Нерешительный					×		•	Решительный	
7	Понимающий других			×				•	Не понимающий других	
8	Смелый	•		×					Робкий	
9	Симпатичный				×				Несимпатичный	
10	Нуждающийся в поддержке других	×							•	Самодостаточный
11	Импульсивный						×	•	Уравновешенный	
12	Подчиняющийся					×		•	Доминирующий	
13	Умный					×		•	Глупый	
14	Активный		•			×			Пассивный	
15	Целеустремленный		•			×			Беспорядочный	

После заполнения анкеты необходимо подсчитать разницу позиций «реального Я» и «идеального Я» по каждой паре полярных свойств. Для этого высчитывается абсолютная разница (без учета знака) (рис. 1).

Заключительный этап работы состоит в суммировании всех 15 цифр, т.е. абсолютной разницы между «реальным Я» и «идеальным Я» (рис. 1). Полученная сумма сравнивается с ключом. Цифра, которая составляет более 25 баллов свидетельствует о заниженной самооценке ее обладателя. Цифра от $10 > 25$ - адекватная самооценка. Результат менее 10 баллов указывает на высокую самооценку.

Заниженная самооценка свойственна людям, склонным сомневаться в себе, принимать на свой счет замечания, недовольство других людей, переживать и тревожиться по малозначительным поводам, причем переживания могут быть глубоки и длительны. Такие люди часто не уверены в себе, им трудно дается принятие решений, необходимость настоять на

своим. Они видят в себе больше недостатков, чем достоинств [5]. Обычно такие люди тонко чувствуют переживания других, ранимы, впечатлительны. Часто такие люди больше заботятся об удобстве других, чем о собственной пользе, могут пожертвовать своими интересами ради другого человека. Этим часто пользуются окружающие [5]. В некоторых случаях заниженная самооценка приводит к стремлению самоутвердиться за счет других, болезненной склонности видеть за поступками других людей желание уязвить или обидеть. Иногда может проявляться немотивированная агрессивность и вспышки гнева [5].

№	Параметр	"реальный Я"	"идеальный Я"	Абсолютная разница
1	Добрый- Злой	3	3	0
2	Общительный-Замкнутый	3	3	0
3	Уверенный в себе-Неуверенный в себе	3	2	1
4	Раздражительный-Спокойный	2	6	4
5	Неоткровенный-Откровенный	6	4	2
6	Нерешительный-Решительный	5	6	1
7	Понимающий других-Не понимающий других	4	3	1
8	Смелый-Робкий	3	2	1
9	Симпатичный-Несимпатичный	3	1	2
	Нуждающийся в поддержке других-			
10	Самодостаточный	5	6	1
11	Импульсивный- Уравновешенный	2	6	4
12	Подчиняющийся- Доминирующий	6	7	1
13	Умный-Глупый	2	1	1
14	Активный-Пассивный	6	2	4
15	Целеустремленный-Беспорядочный	4	2	2
	Сумма			25

Рисунок 1 – Пример расчета абсолютной разницы между самооценкой «реальный Я» и «идеальный Я» в программе Microsoft Excel

Истоки низкой самооценки следует искать в семье и в стиле воспитания. Вероятно, родители (или кто-нибудь один из них) были слишком строги или критичны, или часто сравнивали своих детей с другими, или предъявляли высокие требования к вашим достижениям.

Люди с адекватной самооценкой трезво оценивают себя, видят в себе как достоинства, так и недостатки, способны реагировать на обстоятельства. Они могут изменяться и самосовершенствоваться. Неудачи и победы воспринимают адекватно. После чего делаются выводы, учатся на ошибках и готовы воспринимать новое [5].

Результат менее 10 баллов может интерпретироваться по-разному. Иногда это свидетельствует о скрытом нежелании участвовать в тестировании, формальном выполнении задания. Низкий балл может говорить о защитной реакции, а также демонстрируемой высокой самооценке или свидетельствовать об отрицательном отношении к тестированию, нежелании быть откровенным.

Такой балл набирают также люди, не склонные к самоанализу и рефлексии, не любящие заглядывать внутрь себя [5].

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

Если человек отвечал искренне и действительно считает, что его «реальное Я» почти не отличается от «идеального Я», можно говорить о *завышенной самооценке*, т.е. такие люди уверены в собственной непогрешимости, и тогда с ними достаточно сложно взаимодействовать, так как они не готовы «слышать» других, воспринимать сигналы извне, требующие каких-то изменений в своем поведении [5].

Результаты и их обсуждение. Для сравнения ответов студентов 1, 2, 3 и 4 курса на тест по самооценке использовали метод экспертных оценок. В соответствии с этим выбраны параметры сравнения (4 параметра) и количество сравниваемых объектов - 15. Распределим «Вес» между параметрами таким образом, чтобы в сумме он был равен 1 [1, 2]. Весовые коэффициенты распределим равнозначно по 15 свойствам характера (табл. 2).

Таблица 2 – Весовые коэффициенты по параметрам тестирования

№	Параметр	Вес	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс
1	Добрый- Злой	0.067	13	9	3	9
2	Общительный-Замкнутый	0.067	11	11	6	5
3	Уверенный в себе-Неуверенный в себе	0.067	9	26	5	13
4	Раздражительный-Спокойный	0.067	12	14	8	12
5	Неоткровенный-Откровенный	0.067	7	12	5	13
6	Нерешительный-Решительный	0.067	9	19	7	17
7	Понимающий других-Не понимающий других	0.067	8	13	10	7
8	Смелый-Робкий	0.067	9	19	2	7
9	Симпатичный-Несимпатичный	0.067	7	14	2	6
10	Нуждающийся в поддержке других-Самодостаточный	0.067	8	14	5	4
11	Импульсивный- Уравновешенный	0.067	12	15	7	7
12	Подчиняющийся- Доминирующий	0.067	6	16	6	3
13	Умный-Глупый	0.067	8	12	7	10
14	Активный-Пассивный	0.067	12	20	10	4
15	Целеустремленный-Беспорядочный	0.067	12	14	8	3
	Сумма	1				

Объекты сравнения по параметру «Уверенный в себе-Неуверенный в себе» сравниваются по 26-ти бальной шкале. Максимальное значение 26 баллов присваивается, при большей разнице между «реальным Я» и «идеальным Я» у большего количества студентов рассматриваемого курса [1, 2].

При наименьшей разнице между «реальным Я» и «идеальным Я» у наименьшего количества студентов рассматриваемого курса - 3 балла. И так далее по всем параметрам самооценки [1, 2].

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

Далее необходимо баллы умножить на вес данного параметра. В последний столбец «Е» ставится максимальное значение получившихся чисел. В строке «Сумма» складываем сумму «весов» параметров для каждого курса (табл. 3) [1, 2].

Таблица 3 – Расчет весовых коэффициентов по параметрам тестирования

№	Параметр	Вес	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	Е
1	Добрый- Злой	0.067	$13 \times 0.067 = 0.87$	$9 \times 0.067 = 0.6$	$3 \times 0.067 = 0.2$	$9 \times 0.067 = 0.6$	2.27
2	Общительный-Замкнутый	0.067	$11 \times 0.067 = 0.74$	$11 \times 0.067 = 0.74$	$6 \times 0.067 = 0.4$	$5 \times 0.067 = 0.34$	2.22
3	Уверенный в себе- Неуверенный в себе	0.067	$9 \times 0.067 = 0.6$	$26 \times 0.067 = 1.74$	$5 \times 0.067 = 0.34$	$13 \times 0.067 = 0.87$	3.55
4	Раздражительный- Спокойный	0.067	$12 \times 0.067 = 0.8$	$14 \times 0.067 = 0.94$	$8 \times 0.067 = 0.54$	$12 \times 0.067 = 0.8$	3.08
5	Неоткровенный- Откровенный	0.067	$7 \times 0.067 = 0.47$	$12 \times 0.067 = 0.8$	$5 \times 0.067 = 0.34$	$13 \times 0.067 = 0.87$	2.48
6	Нерешительный- Решительный	0.067	$9 \times 0.067 = 0.6$	$19 \times 0.067 = 1.27$	$7 \times 0.067 = 0.47$	$17 \times 0.067 = 1.14$	3.48
7	Понимающий других- Не понимающий других	0.067	$8 \times 0.067 = 0.54$	$13 \times 0.067 = 0.87$	$10 \times 0.067 = 0.67$	$7 \times 0.067 = 0.47$	2.55
8	Смелый-Робкий	0.067	$9 \times 0.067 = 0.6$	$19 \times 0.067 = 1.27$	$2 \times 0.067 = 0.13$	$7 \times 0.067 = 0.47$	2.47
9	Симпатичный- Несимпатичный	0.067	$7 \times 0.067 = 0.47$	$14 \times 0.067 = 0.94$	$2 \times 0.067 = 0.13$	$6 \times 0.067 = 0.4$	1.94
10	Нуждающийся в поддержке других- Самодостаточный	0.067	$8 \times 0.067 = 0.54$	$14 \times 0.067 = 0.94$	$5 \times 0.067 = 0.34$	$4 \times 0.067 = 0.27$	2.09
11	Импульсивный- Уравновешенный	0.067	$12 \times 0.067 = 0.8$	$15 \times 0.067 = 1.01$	$7 \times 0.067 = 0.47$	$7 \times 0.067 = 0.47$	2.75
12	Подчиняющийся- Доминирующий	0.067	$6 \times 0.067 = 0.4$	$16 \times 0.067 = 1.07$	$6 \times 0.067 = 0.4$	$3 \times 0.067 = 0.2$	2.07
13	Умный-Глупый	0.067	$8 \times 0.067 = 0.54$	$12 \times 0.067 = 0.8$	$7 \times 0.067 = 0.47$	$10 \times 0.067 = 0.67$	2.48
14	Активный- Пассивный	0.067	$12 \times 0.067 = 0.8$	$20 \times 0.067 = 1.34$	$10 \times 0.067 = 0.67$	$4 \times 0.067 = 0.27$	3.08
15	Целеустремленный- Беспорядочный	0.067	$12 \times 0.067 = 0.8$	$14 \times 0.067 = 0.94$	$8 \times 0.067 = 0.54$	$3 \times 0.067 = 0.2$	2.48
	Сумма	1	9.58	15.28	6.10	8.04	

Таким образом, 2 курс оказался самым адекватным при собственной самооценке.

Методом экспертных оценок из таблицы 3 были выявлены наиболее значимые параметры самооценки студентов:

- уверенный в себе – неуверенный в себе;
- раздражительный – спокойный;
- нерешительный – решительный;
- активный – пассивный.

Эти качества характера набрали наибольшее количество баллов по весовым коэффициентам, соответственно 3.55, 3.08, 3.48, 3.08.

Распределим вышеперечисленные свойства характера по курсам. Получилась следующая картина, представленная на рис. 2.

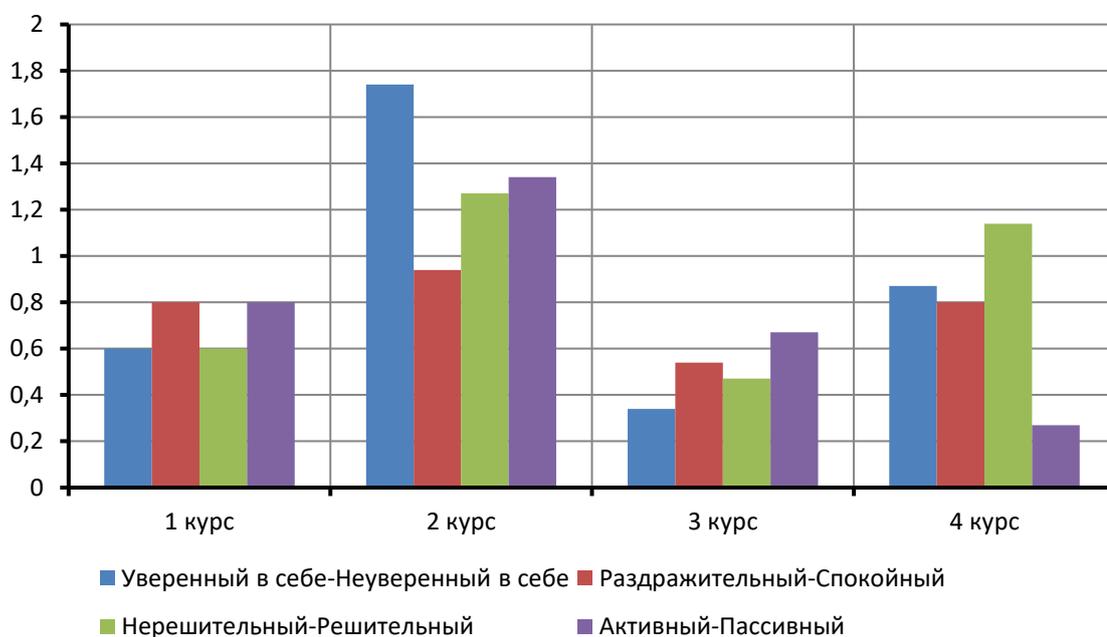


Рисунок 2 – Распределение наиболее весомых качеств по курсам

У студентов 2-го курса Иркутского ГАУ наибольшим образом проявляются такие качества как уверенность в себе, решительность, активность. Остальные курсы по этим качествам имеют показатели с наименьшей разницей (рис. 2).

Проанализируем студентов 1-4 курсов по параметрам самооценки: заниженная, адекватная, завышенная. Данные приведем в процентах (рис. 3).

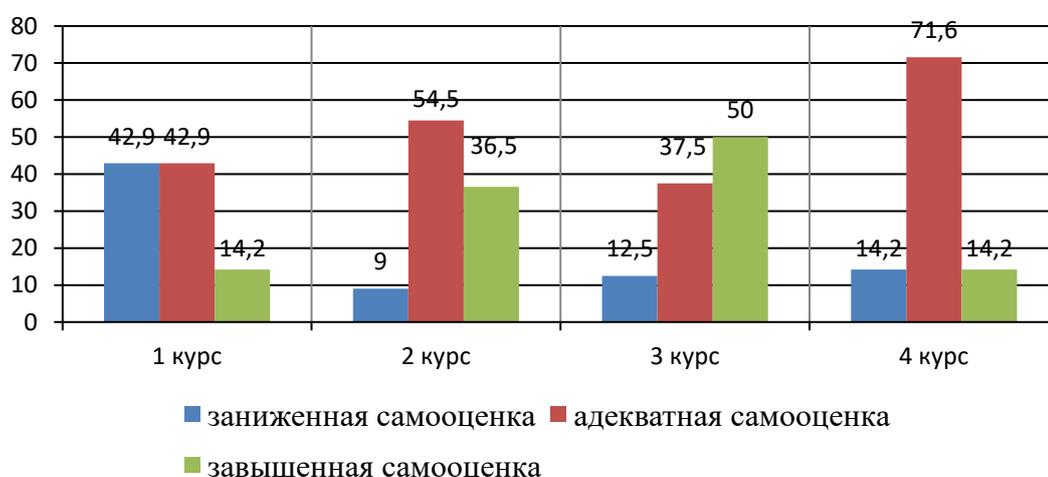


Рисунок 3 – Распределение параметров самооценки по курсам, %

Рисунок 3 показывает, что студенты 1-го курса имеют в равной степени заниженную и адекватную самооценку (42.9%).

У второкурсников в большей степени адекватная самооценка (54.5%). Причем у этого курса самый низкий показатель студентов с заниженной самооценкой (9%) по сравнению с другими курсами.

50% учащихся третьего курса имеют завышенную самооценку с абсолютной разницей в 6-9 баллов. На этом курсе есть один студент с нулевой разницей между «реальным Я» и «идеальным Я».

Студенты четвертого курса имеют адекватную самооценку (71.6%), показатели заниженной и завышенной самооценки одинаковые (14.2%).

Выводы. При тестировании студентов 1-4 курса Иркутского ГАУ в качестве показателя самооценки выбрана степень самооценки студентов.

Методом экспертных оценок были выявлены наиболее значимые качества самооценки студентов, такие как уверенный в себе-неуверенный в себе; раздражительный-спокойный; нерешительный-решительный; активный-пассивный. Эти качества характера набрали наибольшее количество баллов по весовым коэффициентам, соответственно 3.55, 3.08, 3.48, 3.08.

После анализа студентов 1-4 курсов по параметрам самооценки (заниженная, адекватная, завышенная) получилась следующая картина. Студенты четвертого курса имеют адекватную самооценку (71.6%). У второкурсников самый низкий показатель студентов с заниженной самооценкой (9%) по сравнению с другими курсами. 50% учащихся третьего курса имеют завышенную самооценку с абсолютной разницей в 6-9 баллов.

Список литературы

1. *Анохин А.Н.* Методы экспертных оценок. Учебное пособие. /А.Н. Анохин – Обнинск: ИАТЭ, 1996. – 148 с.
2. Метод экспертных оценок [Электронный ресурс].-Режим доступа: <https://4analytics.ru/metodi-analiza/metod-ekspertnix-ocenok.html>. -23.02.2020.
3. *Молчанова О.Н.* Самооценка: Теоретические проблемы и эмпирические исследования / О.Н.Молчанова// Издательство "ФЛИНТА".-2016.-392 с.
4. Пси-фактор-Центр практической психологии [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://psyfactor.org/>.-23.02.2020.
5. Файловый архив студентов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://studfile.net/preview/976042/page:12/>.-23.02.2020.
6. *Фролова П.И.* Психолого-педагогическое развитие личности человека в современных условиях: учебное пособие / П.И. Фролова, Ф.В. Горина, М.Г. Дубынина. - Омск: СибАДИ, 2014.-403 с.

Reference

1. Anokhin A.N. *Metody ekspertnykh otsenok*. [Methods of expert judgment]. – Obninsk, 1996. - 148 p.
2. Frolova P.I. *Psikhologo-pedagogicheskoye razvitiye lichnosti cheloveka v sovremennykh usloviyakh: uchebnoye posobiye* [Psychological and pedagogical development of a person's personality in modern conditions: a training manual]. - Omsk, 2014.- 403 p.

3. *Metod ekspertnykh otsenok*[Method of expert assessments] [Electronic resource] .- Access mode: <https://4analytics.ru/metodi-analiza/metod-ekspertnix-ocenok.html>. -23.02.2020.
4. *Psi-faktor-Tsentr prakticheskoy psikhologii* [Psi-factor-Center for Practical Psychology] [Electronic resource]. - Access mode: <https://psyfactor.org/>.-23.02.2020.
5. *Faylovyu arkhiv studentov* [File archive of students] [Electronic resource]. - Access mode: <https://studfile.net/preview/976042/page:12/>.-23.02.2020.
6. Molchanova O.N. *Samootsenka: Teoreticheskiye problemy i empiricheskiye issledovaniya* [Self-esteem: Theoretical problems and empirical research] / O. N. Molchanova // Publishing house "FLINT".-2016.-392 p.

Сведения об авторах

Раковская Дарья Эдуардовна - студентка 2-го курса инженерного факультета Иркутского ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89996846140, e-mail: drakovskaya@gmail.com)

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

Information about authors

Rakovskaya Daria E. – second year student, engineering faculty, Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89996846140, e-mail: drakovskaya@gmail.com)

Chubareva Marina V. – 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 (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89086567154, e-mail: chubarevamarina@rambler.ru).

УДК 631.331

ДОВСХОДОВОЕ БОРОНОВАНИЕ И БОРОНА С АКТИВНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Самусик Г.С., Поляков Г.Н., Косарева А.В.

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

В технологиях возделывания сельскохозяйственных культур широко используются бороны «зиг-заг» различных конструкций. Полевые бороны разделяют на жесткие, шарнирные и пружинные. Чаще применяются жесткие зубовые бороны, которые классифицируются на легкие, средние и тяжелые. Это деление определяется нагрузкой на зуб, в зависимости от веса бороны. Оптимальное ее значение находится в пределах 0,6-1,0 кг для легких, 1,2-1,5 кг для средних и 1,6-2,0 для тяжелых борон. Жесткие зубовые бороны применяют преимущественно для рыхления верхних слоев почвы после работы плуга или культиватора, выравнивания поверхности поля перед посевом, разрушения глыб и корки, заделывания семян и удобрений при разбросном посеве, уничтожения сорняков, раннее весеннее закрытие влаги в почве. В обычной практике, когда проводят довсходное боронование посевов боронами «зиг-заг» неизбежно или повреждаются зародыши семян, или сами семена выбораниваются на поверхность поля. Зубовые бороны движутся прямолинейно, не в полной мере разрушают комочки почвы и

вычесывают сорняки. После прохода борон остаются высокие гребни и глубокие бороздки. На наш взгляд, требуется разработка бороны с активными рабочими органами, технологический процесс работы которой полно решал бы задачи довсходового боронования посевов различных сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: технология возделывания, бороны, рыхление почвы, активные рабочие органы, мульчирующий слой.

PRESERVATION RESERVATION AND HARROW WITH ACTIVE WORKING BODIES

Samusik G.S., Polyakov G.N., Kosareva A.V.

Irkutsk state agrarian University named after A. A. Ezhevsky,
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

Zig-zag harrows of various designs are widely used in crop cultivation technologies. Field harrows are divided into rigid, articulated and spring. More often used hard tooth harrows, which are classified into light, medium and heavy. This division is determined by the load on the tooth, depending on the weight of the harrow. Its optimal value is in the range of 0.6-1.0 kg for light, 1.2-1.5 kg for medium and 1.6-2.0 for heavy harrows.

Rigid tooth harrows are used mainly for loosening the upper soil layers after the plow or cultivator is working, leveling the surface of the field before sowing, destroying lumps and crusts, seeding seeds and fertilizers during spread sowing, destroying weeds, early spring moisture closure in the soil.

In ordinary practice, when pre-emergence harrowing of crops is carried out with zig-zag harrows, it is inevitable that seed kernels are damaged or the seeds themselves are ejected to the field surface. Tooth harrows move in a straight line, do not completely destroy the lumps of soil and comb out weeds. After the harrow passes, high ridges and deep grooves remain.

In our opinion, the development of a harrow with active working bodies is required, the technological process of which would fully solve the problems of pre-emergence harrowing of crops of various agricultural crops.

Key words: cultivation technology, harrows, soil loosening, active working bodies, mulching layer.

Цель исследования: совершенствование процесса довсходового боронования посевов зерновых, пропашных культур и семенников трав путем разработки бороны с активными рабочими органами, движущимися по синусоидальной траектории и регулируемой глубиной боронования.

Объект и методика: объектом исследования является процесс работы бороны с активными рабочими органами, совершающие колебательные движения в поперечном направлении и поступательном движении агрегата. Методом исследования является графо-аналитические расчеты определения хода зубьев, скорости, ускорения в зависимости от радиуса кривошипа.

Результаты исследования. Задачей довсходового боронования является поддержание в верхнем слое почвы, в горизонтах расположенных около семян максимально благоприятных воздушных, водных и тепловых условий, экономного использования, имеющегося в почве гумуса. Это достигается рыхлением верхнего слоя при бороновании. При этом создается

рыхлый мульчирующий слой. Мульчирующий слой позволяет сберечь влагу, создает парниковый эффект в нижележащем пахотном слое, предупреждает почву от трещин в жаркую погоду и снижает процесс испарения влаги из нижних слоев почвы. Помимо этой задачи при бороновании частично уничтожаются сорняки.

Была поставлена техническая задача разработать борону, которая бы рыхление осуществляла выше горизонта семян, могла иметь регулировки по глубине обработки и создавала мелкокомковатую мульчу с преобладанием зернистой структуры.

На рисунке 1 показан вид бороны в плане. Основными элементами ее являются рама 1 с опорными колесами и навесным устройством - автосцепкой; рабочие секции 2 от культиватора – растениепитателя, штанги 3 с пружинными зубьями 8, рычаги 4 и 5 подвеска штанг и кривошипно-шатунный механизм 6 с редуктором 7, имеющий привод ВОМ трактора. Рабочие секции (грядили) не имеют передних опорных катков. Катки 9 переставлены на заднюю часть секций и позволяют регулировать глубину хода пружинных зубьев.

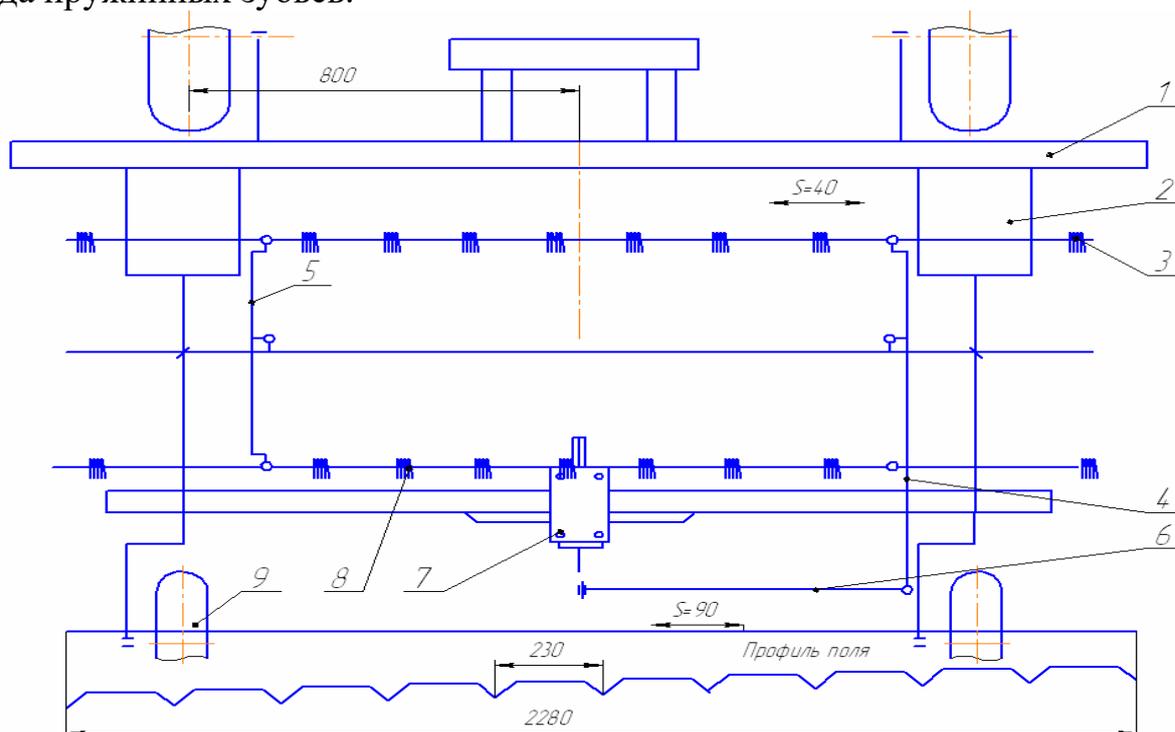


Рисунок 1 – Схема бороны с активными рабочими органами:

1- рама с опорными колесами и навесным устройством, 2 – рабочие секции от культиватора – растениепитателя; 3- штанги, 4, 5 – подвеска штанги, 6- кривошипно-шатунный механизм, 7 -редуктор, 8- пружинные зубья, 9 – катки

Работа бороны сводится к тому, что штанги 3, имея колебательное движение в поперечном направлении и поступательное вместе с машиной вперед, сообщают зубьям движение по синусоидальной траектории, при чем зубья ориентированы относительно середины гряд.



Рисунок 2 – Вид поля при посеве зерновых культур в гряды

Проводить боронование целесообразно через 3-4 дня после посева. Так как почва в грядках прогревается быстрее, поэтому это приводит к активному прорастанию сорняков. При этом, будет рыхлится верхний слой гряд, почва частично будет сброшена в бороздки между грядками и снизится на 0,5 см глубина заделки семян. Как дополнительный эффект - должно произойти вычесывание проростков сорняков.

Определим кинематические параметры зубьев бороны

Ход зубьев

$$s = f(r, l, h) \quad (1)$$

где r – радиус кривошипа;

l – длина шатуна;

h – дезаксиал.

Перемещение, скорость и ускорение зуба в зависимости от угла поворота кривошипа

$$X, V_x, j_x = f(\omega t) \quad (2)$$

3. Скорость и ускорение от величины смещения зуба

$$V_x, j_x = f(X) \quad (3)$$

Примем, что для привода используется центральный кривошипно-шатунный механизм с радиусом кривошипа $r=45\text{мм}$. Тогда, ход зуба определится по формуле

$$s = 2r \quad (4)$$

Для нахождения перемещения, скорости и ускорения зуба бороны в зависимости от угла поворота кривошипа выполним схему центрального кривошипно-шатунного механизма привода зубьев бороны, рисунок 3.

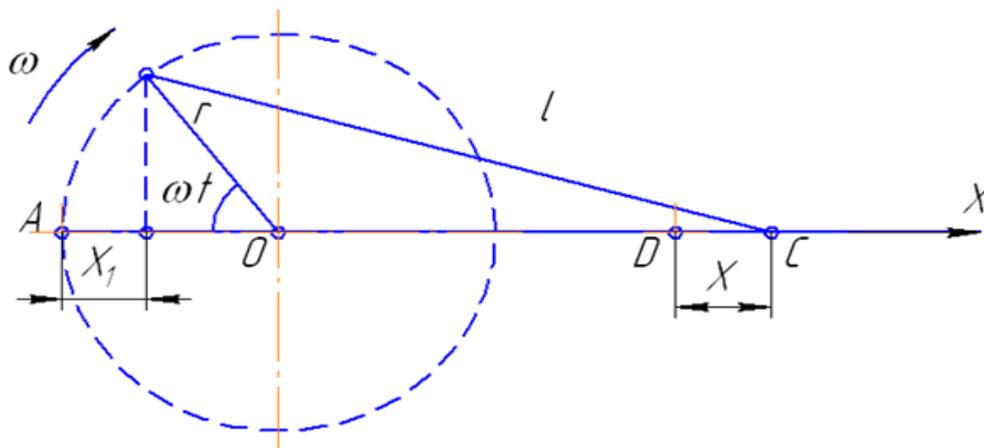


Рисунок 3 - Схема центрального кривошипно-шатунного механизма привода рабочих органов

По оси X отложим смещение зуба в поперечном направлении. Кривошип r вращается по часовой стрелке с угловой скоростью ω вокруг оси O. В положении радиуса кривошипа OA зуб бороны находится в левой мертвой точке. За время t кривошип повернулся на угол ωt , через шатун l зуб смещается в положение C на величину X . Как видно из рисунка 2 $X=X_1$, где X_1 смещение проекции головки кривошипа относительно оси X.

Выразим $X_1=r-r\cos\omega t$ или $X_1=r(1-\cos\omega t)$.

Тогда смещение зуба бороны имеет зависимость

$$X=r(1-\cos\omega t) \quad (5)$$

Для определения скорости зуба бороны продифференцируем равенство 5 по времени и получим уравнение

$$V_x = \omega r \sin \omega t \quad (6)$$

Дифференцируя уравнение скорости по времени находим выражение ускорения рабочих органов бороны

$$j_x = \omega^2 r \cos \omega t \quad (7)$$

Для анализа работы бороны необходимо определить как изменяется скорость и ускорение в зависимости от его перемещения. Для выражения $V_x=f(x)$ решаем совместно выражения 5 и 6, а для определения ускорения совместно решаем 6 и 7. В итоге получим

$$\frac{(r-X)^2}{r^2} + \frac{V_x^2}{(\omega r)^2} = 1 \quad (8)$$

$$j_x = \omega^2 r - \omega^2 X \quad (9)$$

Зависимость 8 представляет собой уравнение эллипса, а зависимость 9 уравнение прямой.

Для построения траектории зуба необходимо знать путь машины за один ход держателя бороны.

Путь бороны равен

$$h = V_M T$$

где V_M – скорость зубовой бороны (принимается постоянной), м/с;

T – время смещения зуба за поворот кривошипа, $\pi = \omega T$;

ω – угловая скорость кривошипа, с^{-1}

Отсюда,

$$T = \frac{\pi}{\omega}$$

Выразим угловую скорость

$$\omega = \frac{\pi n}{30}$$

где n – обороты кривошипа привода держателя зубьев бороны (частота вращения, об/мин);

30 – переводной коэффициент.

Тогда, время одного хода зуба определится как

$$T = \frac{30}{n}$$

В свою очередь, путь машины составит

$$h = \frac{30V_M}{n}$$

Выводы: 1. Определены выражения, характеризующие воздействие зубьев бороны на обрабатываемую почву при довсходовом бороновании посевов.

2. Конструкция бороны с активными рабочими органами позволяет изменять глубину обработки и адаптировать орудия для довсходового боронования посевов зерновых колосовых, семенников трав и пропашных культур, посеянных на разную глубину.

3. Зубья бороны движутся по синусоидальной траектории и обеспечивают активное крошение комков почвы, мульчирующий слой и вычесывание сорняков.

Список литературы

1. Агрономическая тетрадь для механизаторов. Возделывание зерновых культур и рапса по интенсивным технологиям/2-е издание, переработанное и дополненное//Москва, Росагропромиздат.1988-256с.

2. Житов В.В., Дмитриев Н.Н. Зональные основы системы удобрений в земледелии Иркутской области. Монография.-Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2013-140с.

3. 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

4. Сельскохозяйственные машины и орудия для возделывания зерновых культур по ресурсосберегающим технологиям в условиях Иркутской области/Рекомендации по адаптивному набору тракторов, сельскохозяйственных машин и орудий//Г.Н. Поляков, В.М. Перевалов, А.А. Бричагина. Под общим руководством В.И. Солодун.-Изд-во ИрГСХА, 2012-147с.

5. Система ведения сельского хозяйства Иркутской области: В 2 ч. Ч.1. Монография/Под редакцией Я.М. Иваньо, Н.Н. Дмитриева. Иркутск:ООО Мегапринт. 2019-319с.

6. Система ведения сельского хозяйства Иркутской области: В 2 ч. Ч.1. Монография/Под редакцией Я.М. Иваньо, Н.Н. Дмитриева. Иркутск:ООО Мегапринт. 2019-321с.

7. Солодун В.И. Механическая обработка почвы и ее научное обоснование в Прибайкалье: Монография/В.И. Солодун//Иркутск, изд-во ИрГСХА, 200-203с.

8. Сравнительные испытания сельскохозяйственной техники: науч. издание.- М.:ФГБНУ Росинформагротех, 2014.- 416с.

References

1. *Agronomicheskaya tetrad' dlya mekhanizatorov. Vozdelyvanie zernovykh kul'tur i rapsa po intensivnym tekhnologiyam / 2-e izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe*//Moskva, Rosagropromizdat.1988 – 256p.

2. Zhitov V.V., Dmitriev N.N. *Zonal'nye osnovy sistemy udobrenij v zemledelii Irkutskoj oblasti*. Monografiya. - Irkutsk: Izd-vo IrGSKHA, 2013 – 140p.

3. Polyakov G.N. *Sostav i izmenenie struktury sel'skohozyajstvennykh mashin dlya pochvoobrabotki v Irkutskoj oblasti / G.N. Polyakov, V. I. Solodun, S.N. Shuhanov*//Izvestiya mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. Vyp. №47 (2019). Sankt-Peterburg.2019 - Pp.28-32

4. *Sel'skohozyajstvennye mashiny i orudiya dlya vzdelyvaniya zernovykh kul'tur po resursosberegayushchim tekhnologiyam v usloviyah Irkutskoj oblasti*/Rekomendacii po adaptivnomu naboru traktorov, sel'skohozyajstvennykh mashin i orudij//G.N. Polyakov, V.M. Perevalov, A.A. Brichagina. Pod obshchim rukovodstvo V.I. Solodun.-Izd-vo IrGSKHA, 2012-147p.

5. *Sistema vedeniya sel'skogo hozyajstva Irkutskoj oblasti: V 2 ch. CH.1. Monografiya*/Pod redakciej YA.M. Ivan'o, N.N. Dmirieva.- Irkutsk:ООО Мегапринт. 2019-319p.

6. *Sistema vedeniya sel'skogo hozyajstva Irkutskoj oblasti: V 2 ch. CH.1. Monografiya*/Pod redakciej YA.M. Ivan'o, N.N. Dmirieva.- Irkutsk:ООО Мегапринт. 2019-321p.

7. Solodun V.I. *Mekhanicheskaya obrabotka pochvy i ee nauchnoe obosnovanie v Pribajkal'e: Monografiya*/V.I. Solodun//Irkutsk, izd-vo IrGSKHA, 200-203p.

8. Sravnitel'nye ispytaniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki: nauch. izdanie. - М.:ФГБНУ Росинформагротех, 2014.- 416p.

Сведения об авторах

Самусик Георгий Сергеевич– студент 2 курса инженерного факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный).

Поляков Геннадий Николаевич - кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения АПК (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный)

Косарева Анна Викторовна - кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса и общепрофессиональных дисциплин (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 8(914)944-42-28, e-mail: ankosar@mail.ru).

Information about the authors

Samusik Georgy Sergeevich– 2nd year student of the faculty of Engineering Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk Oblast, Irkutsk Region, Molodezhny).

Polyakov Gennadiy Nikolaevich - candidate of technical sciences, associate professor of the department of Technical support of the agro-industrial complex Irkutsk state agricultural university named after A. A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, Molodezhny)

Kosareva Anna Viktorovna - 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 631.171

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОРРЕКТИРУЮЩИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ ПРИ ПОСЕВЕ

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

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

В статье выполнен обзор корректирующих сигналов для систем параллельного вождения сельскохозяйственной техники. Определена экономическая эффективность использования SATCOR 15/SATCOR 5 фирмы «CLAAS» при посеве семян пшеницы. Установлено, что применение корректирующих сигналов систем параллельного вождения при посеве снижает затраты на посевной материал, минеральные удобрения и горючее. При этом за счет уменьшения величины перекрытий при смежных проходах сокращается время на выполнение технологических операций, повышается равномерность распределения семян и гранул минеральных удобрений по площади поля, что влечет за собой увеличение урожайности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: посев, посевной комплекс, стыковые междурядья, параллельное вождение, корректирующий сигнал.

EFFECTIVENESS OF APPLICATION OF CORRECTIVE SIGNALS FOR PARALLEL DRIVING SYSTEMS AT SEEDING

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 provides an overview of corrective signals for parallel driving systems of agricultural machinery. The economic efficiency of using SATCOR 15 / SATCOR 5 from CLAAS company for sowing wheat seeds. It is established that the use of corrective signals of parallel driving systems during sowing reduces the cost of seed, fertilizers and fuel. At the same time, by reducing the size of overlappings in adjacent passages, the time for performing technological operations is reduced, the uniformity of the distribution of seeds and granules of mineral fertilizers over the field area is increased, which entails an increase in crop productivity.

Key words: sowing, sowing complex, butt spacing, parallel driving, corrective signal.

По данным Министерства сельского хозяйства Иркутской области в 2020 году в области будет засеяно 728 тыс. га, в том числе зерновыми и зернобобовыми культурами – 445,1 тыс. га. При этом будет задействовано

166 посевных комплексов, в том числе широкозахватных HORSCH, Кузбасс и AMAZONE, осуществляющих прямой посев [2].

Одним из основных агротехнических требований, предъявляемым к посеву сельскохозяйственных культур является отсутствие незасеянных полос, поэтому движение сеялки на смежных проходах всегда осуществляется с перекрытием, что влечет за собой увеличение нормы высева в стыковых междурядьях в два раза. Отклонение от оптимального перекрытия в ряде случаев достигает 5-10%. Величину перекрытий при посеве стремятся минимизировать [1, 5].

Так как значительное количество хозяйств региона имеют почвы тяжелого механического состава, при прямом посеве по стерне использование маркеров зачастую не эффективно, так как не видно следов, образуемых дисками маркеров. Это приводит к перерасходу посевного материала и удобрений и неравномерности распределения их по площади поля, что влечет за собой снижение окупаемости удобрений за счет недобора урожая, снижению качества урожая, загрязнению окружающей среды [6].

Оптимальным решением в такой ситуации является применение систем параллельного вождения сельскохозяйственной техники. Эффективность систем параллельного вождения повышается при использовании корректирующих сигналов [3, 4, 6].

Фирма CLAAS предлагает сельскохозяйственным предприятиям следующие корректирующие системы: EGNOS / EDIF, SATCOR 15/SATCOR 5, RTK FIELD BASE, RTK FARM BASE, TK FARM BASE LINK, [9].

EGNOS / EDIF осуществляет алгоритмический расчет корректирующего сигнала на основании только данных GPS. Во время инициализации рассчитывается, как текущее расположение спутников будет меняться на протяжении следующих часов. Сигнал доступен во всем мире. Для использования функции требуется прием сигнала минимум от четырех спутников. В результате обеспечивается точность сигнала $\pm 15-30$ см, что делает этот вариант идеальным для использования с целью защиты растений, внесения удобрений и обработки почвы.

SATCOR 15/SATCOR 5 отличается намного более высокой точностью GPS. Приемник корректирующего сигнала реагирует быстро и по истечении времени инициализации принимает точные данные положения. Существует два варианта лицензирования: SATCOR 15 имеет базовую точность ± 15 см по сравнению с EGNOS/E-DIF. Использование SATCOR 5 с точностью ± 5 см особенно эффективно, когда доступ к RTK или мобильным сетям затруднен или отсутствует. Системы параллельного вождения CLAAS GPS PILOT можно быстро оснастить системой SATCOR, так как во многих случаях дополнительное оборудование не требуется.

RTK FIELD BASE – мобильная корректирующая станция. Благодаря встроенному двухчастотному GPS-приемнику позиционирование в стандартном для RTK режиме выполняется с точностью до 2–3 см. В

зависимости от топографии, мощности передачи и частоты радиус действия составляет 3–6 км.

RTK FARM BASE – базовая станция является стационарной и работает по принципу двухчастотного приема. Станция передает корректирующий сигнал на неограниченное количество машин. В зависимости от топографии, мощности передачи и частоты радиус действия может составлять до 15 км, при этом одновременно обеспечивается одинаково высокая точность работы всех машин. Максимальная воспроизводимая точность ($\pm 2-3$ см).

TK FARM BASE LINK – стационарная станция, осуществляющая передачу данных по мобильной связи (NTRIP). Радиус действия 30 км ($\pm 2-3$ см), с потерей точности до 50 км.

RTK NET является дополнительным продуктом для регионов, в которых невозможен доступ к стационарным станциям. Эта система передает корректирующие сигналы по мобильной связи. Радиус действия системы RTK NET неограничен, поэтому она является идеальным решением для подрядчиков и предприятий, которым требуется работа с максимальной точностью воспроизведения. Система RTK NET, как и RTK, работает по принципу двухчастотного приема. Кроме очень быстрой доступности сигнала (инициализации) она также отличается высочайшей точностью воспроизведения $\pm 2-3$ с.

Производственные испытания, проведенные весной 2019 г. в хозяйствах Тулунского района Иркутской области, при посеве семян пшеницы агрегатом, состоящим из трактора CLAAS AXION 940 и сеялки Primera DMS-9000, показали, что применение систем параллельного вождения с корректирующими сигналами CLAAS SATCOR 15 и SATCOR 5 повышает качество проведения полевых работ. При этом уменьшается физиологическая нагрузка на тракториста-машиниста, становится возможным выполнение технологической операции в условиях плохой видимости и в темное время суток, что приводит к увеличению производительности (рисунок).



Рисунок 1 - Посев пшеницы с применением корректирующих сигналов в Тулунском районе Иркутской области, 2019 г.

Определим экономическую эффективность использования корректирующих сигналов фирмы CLAAS SATCOR 15 и SATCOR 5 в сравнении с E-DIF при посеве пшеницы посевным агрегатом CLAAS AXION 940+ Primera DMS-9000, оборудованным системой параллельного вождения.

Расчеты произведем при следующих исходных данных: площадь посева $S = 10000 \text{ м}^2$; ширина захвата сеялки $B_p - 9 \text{ м}$; норма высева пшеницы $Q_c - 230 \text{ кг/га}$; цена семян пшеницы $C_c - 15 \text{ руб/кг}$; норма высева азотных минеральных удобрений $Q_y - 100 \text{ кг/га}$; цена минеральных удобрений $C_y - 21 \text{ руб/кг}$; расход топлива $Q_T - 8 \text{ л/га}$; цена дизельного топлива $C_T - 49 \text{ р/л}$.

Таким образом, для посева 1 га на приобретение семян, удобрений и топлива необходимо затратить:

$$C_m = C_c \times Q_c + C_y \times Q_y + C_T \times Q_T = 15 \times 230 + 21 \times 100 + 8 \times 49 = 5942 \text{ руб.}$$

При посеве с использованием E-DIF обеспечивается величина перекрытия $\Delta b = 0,30 \text{ м}$, площадь участков с двойным посевом $\Delta S = 333,3 \text{ м}^2$.

Тогда перерасход семян q_c определяется:

$$q_c = \frac{\Delta S Q_c}{S} = \frac{333,3 \times 230}{10000} = 7,7 \text{ кг/га.}$$

Перерасход удобрений q_y определяется:

$$q_y = \frac{\Delta S Q_y}{S} = \frac{333,3 \times 100}{10000} = 3,3 \text{ кг/га.}$$

Перерасход топлива q_T определяется:

$$q_T = \frac{\Delta S Q_T}{S} = \frac{333,3 \times 8}{10000} = 0,3 \text{ л/га.}$$

Дополнительные затраты, на стыковые междурядья C_{π} :

$$C_{\pi} = C_c \times q_c + C_y \times q_y + C_T \times q_T = 15 \times 7,7 + 21 \times 3,3 + 8 \times 0,3 = 187,2 \text{ р.}$$

Таким образом, площадь пересева на 1 га при посеве пшеницы с использованием E-DIF составляет $333,3 \text{ м}^2$. При этом перерасход семян составляет $7,7 \text{ кг}$, удобрений – $3,3 \text{ кг}$, дизельного топлива – $0,3 \text{ л}$. Общие дополнительные затраты составляют $187,2 \text{ р}$.

При использовании SATCOR 15 $C_{\pi} = 93,6$, при использовании SATCOR 5 $C_{\pi} = 31,2 \text{ р}$.

С учетом того, что широкозахватная техника используется, в первую очередь, крупными аграрными предприятиями был выполнен перерасчет дополнительных затрат при посеве в расчете на 10 тыс. га . Расчеты проведены с учетом стоимости лицензии, необходимой для приобретения корректирующего сигнала на год (таблица).

Анализируя полученные данные можно сказать, что использование систем параллельного вождения с корректирующими сигналами в хозяйствах при посеве зерновых на площади 10000 га позволяет экономить при применении SATCOR 15 – $935,5 \text{ тыс. руб.}$, при применении SATCOR 5 – $1559,9 \text{ тыс. руб.}$

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

Таблица 1 – Эффективность применения посевного комплекса с системой параллельного вождения, дооборудованного корректирующими сигналами

Показатели	E-DIF	SATCOR 15	SATCOR 5
Площадь посева, га	333,3	166,7	55,6
Перерасход семян, т	77	38,5	12,8
Перерасход удобрений, т	33	16,5	5,5
Перерасход топлива, л	3000	1500	500
Эффективность, тыс. руб.	-	935,9	1559,9

При осуществлении посева с использованием систем автоматического поворота auto-tern экономия увеличивается [7, 8, 9, 10].

Таким образом, можно сделать вывод, что применение корректирующих сигналов систем параллельного вождения при посеве семян снижает затраты на посевной материал, минеральные удобрения и горючее. За счет уменьшения величины перекрытий при смежных проходах сокращается время на выполнение технологических операций, повышается равномерность распределения растений по площади поля, что влечет за собой увеличение урожайности сельскохозяйственных культур.

Список литературы

1. Контролируемое движение техники по полю в точном земледелии / Г.И. Личман, И.Г. Смирнов, А.И. Беленков // Фермер. Поволжье. - 2015. - № 7 (38). - С. 40-41.
2. Министерство сельского хозяйства Иркутской области. Официальный сайт / Новости / В 2020 году в Иркутской области планируется произвести миллион тонн зерна. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://irkobl.ru/sites/agroline/news/900643/> - 20.02.2020.
3. Труфля Е.В. Системы параллельного вождения / Е.В. Труфляк. - Краснодар: КубГАУ, 2016. - 72 с.
4. Техничко-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения системы параллельного вождения нового поколения – экономия и точность до сантиметра / Техника и оборудование для села. - 2017. - № 2. - С. 8 - 9.
5. Технология механизированных работ. Раздел : Операционные технологии : метод. указ. и задания для студентов направления 35.03.06 – "Агроинженерия" / Н В. Степанов, А. С. Рехтин ; Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского. - Иркутск : Изд-во ИрГАУ, - 2019. - 52 с..
6. Эффективность применения систем спутниковой навигации при посеве зерновых культур / С.А. Семизоров. Агропродовольственная политика России. - 2015. - № 10 (46). - С. 31-34.
7. AMAZONE / Продукция / Пневматическая посевная техника / Высокпроизводительная сеялка Primera DMC / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.amazone.ru/270.asp> - 20.02.2020.
8. Autonomous Technologies in Agricultural Equipment: A Review of the State of the Art J. Alex Thomasson, Craig P. Baillie, Diogenes L. Antille, Craig R. Lobsey, Cheryl L. McCarthy [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://elibrary.asabe.org/data/pdf/6/913c0119/913C0119.pdf> - 20.02.2020.
9. CLAAS / Продукция /Корректирующие сигналы для систем параллельного вождения [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.claas.ru/produktiya/easy->

[2018/osnashchyeniye-sistem-parallelnogo-vozhdyeniya-na-bazye-gps/korrektiruyushchiye-signaly](https://www.igsha.ru/2018/osnashchyeniye-sistem-parallelnogo-vozhdyeniya-na-bazye-gps/korrektiruyushchiye-signaly)- 20.02.2020.

10. Effectiveness of GNSS-based tractor auto steering systems in crop spraying. *Topçueri M, Keskin M.* / MKU. Tar. Bil. Derg.24(Özel Sayı):78-90 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/904047>- 20.02.2020.

Referens

1. Kontroliruemoe dvizhenie tekhniki po polyu v tochnom zemledelii / G.I. Lichman, I.G. Smirnov, A.I. Belenkov. *Fermer. Povolzh'e.* - 2015. - no 7 (38). - pp. 40-41.

2. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Irkutskoj oblasti. Oficial'nyj sajt / *Novosti / V 2020 godu v Irkutskoj oblasti planiruetsya proizvesti million tonn zerna.* [Elektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <https://irkobl.ru/sites/agroline/news/900643/> - 20.02.2020.

3. Sistemy parallel'nogo vozhdeniya / E.V. Truflyak. - Krasnodar: KubGAU, - 2016. - 72 P.

4. Tekhniko-tehnologicheskoe osnashchenie APK: problemy i resheniya sistemy parallel'nogo vozhdeniya novogo pokoleniya – ekonomiya i tochnost' do santimetra.- *Tekhnika i oborudovanie dlya sela.* - 2017. - no 2. - pp. 8-9.

5. Tekhnologiya mekhanizirovannyh работ. Razdel : Operacionnye tekhnologii : metod. ukaz. i zadaniya dlya studentov napravleniya 35.03.06 – "Agroinzheneriya" / N. V. Stepanov, A. S. Rekhtin ; Irkut. gos. agrar. un-t im. A. A. Ezhevskogo. - Irkutsk : Izd-vo IrGAU, - 2019. - 52 P..

6. Effektivnost' primeneniya sistem sputnikovoj navigacii pri poseve zernovyh kul'tur / S.A..Semizorov. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii.* - 2015. - no 10 (46). - pp. 31-34.

7. AMAZONE / *Produkcija / Pnevmaticheskaya posevnaya tekhnika / Vysokoproizvoditel'naya seyalka Primera DMC* / [Elektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <http://www.amazone.ru/270.asp> - 20.02.2020.

8. 9. CLAAS / *Produkcija /Korrektiruyushchie signaly dlya sistem parallel'nogo vozhdeniya* [Elektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <https://www.claas.ru/produktsiya/easy-2018/osnashchyeniye-sistem-parallelnogo-vozhdyeniya-na-bazye-gps/korrektiruyushchiye-signaly>- 20.02.2020.

Сведения об авторах

Степанов Николай Николаевич - студент 3 курса инженерного факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

Бричагина Анастасия Александровна – кандидат технических наук, 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 - кандидат технических наук, 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 author

Stepanov Nikolay Nikolaevich - the 3th year student of the faculty of engineering, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru).

Brichagina Anastasia Aleksandrovna – candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of technical support of agriculture, faculty of engineering, Irkutsk SAU (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 83952237429, e-mail: mekh@igsha.ru).

Stepanov Nikolai Vasilievich - candidate of technical Sciences, fssociate 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: mekh@igsha.ru).

УДК 621.785.545

ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЛАЗЕРОМ

Фомин А.О., Агафонов С.В.

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

В статье раскрывается понятие термической и лазерной обработки, а также свойства и методы лазерной обработки, наряду с этим показана максимальная эффективность процесса обработки. Рассматривается влияние лазеров на поверхность обрабатываемых сплавов. Описывается понятие технологической прочности металлов и от каких свойств зависит его прочность. Развёрнуто понятие инициирования химических реакций. Раскрыт характер проведения процессов получения поверхностных покрытий при легировании лазером. Представлены перспективы развития лазерных технологий. В статье показано, что достигаются новые результаты, обеспечивающие реализацию технологий. Выявляется перспективность применения лазерной химико-термической обработки материалов и объяснение почему нельзя достичь этого привычными методами.

Ключевые слова: лазерная обработка, химико-термическая обработка лазером, легирование, лазеры, обработка.

CHEMICAL-THERMAL LASER TREATMENT

Fomin A.O., Agafonov S.V.

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

The article reveals the concept of thermal and laser processing, as well as the properties and methods of laser processing, along with the maximum efficiency of the processing process. The effect of lasers on the surface of processed alloys is considered. Describes the concept of technological strength of metals and what properties depend on its strength. The concept of initiating chemical reactions is developed. The nature of the processes for obtaining surface coatings during laser doping is revealed. Prospects for the development of laser technologies are presented. The article shows that new results are being achieved that ensure the implementation of technologies. The article reveals the prospects of using laser chemical-thermal treatment of materials and explains why it is impossible to achieve this by conventional methods.

Keywords: laser treatment, chemical-thermal laser treatment, doping, lasers, processing.

Термическая обработка – самый распространённый в современной технике способ изменения свойств металлов и сплавов. Термической обработкой называют процесс обработки изделий из металлов и сплавов

путём теплового воздействия с целью изменения их структуры и свойств в заданном направлении. [3, 9]

Лазерная обработка материалов, как термообработка, осуществляется на применении излучения лазером, которое делает возможным на весьма незначительном участке поверхности образовывать высокие плотности теплового поля, требуемые для усиленного расплавления или нагрева.

Лазерное излучение может быть не только непрерывным во времени, но и в виде одиночных или серии импульсов заданной формы с определённой длительностью, частотой следования и пиковой мощностью. Это даёт возможность целенаправленно, путём выбора режимов регулировать скорость нагрева, время пребывания материала при высоких температурах и скорость охлаждения. Указанное необходимо для получения требуемых структурно-чувствительных свойств в обрабатываемой детали, а также для получения максимальной эффективности процесса обработки. [2]

Лазеры генерируют свет. Их влияние на поверхность обрабатываемых сплавов отражает часть потока лазерного излучения, а другая часть проникает на небольшую глубину. Величина отраженного излучения обуславливается прежде всего природой материала и заранее подготовленной поверхностью.

Под технологической прочностью понимают свойства металлов сопротивляться разрушениям в процессе технологической обработки. Прочность зависит от свойства наплавленного металла, металла сварного шва и околошовной зоны воспринимать термомодеформационное воздействие при высоких температурах в процессе лазерной обработки с расплавлением металла – наплавки, сварки и других процессов – без образования горячих трещин. [1, 2]

Электроны, находящиеся в поверхностном слое обрабатываемого сплава, практически полностью поглощают энергию лазерного излучения на толщину $10^{-6} - 10^{-7}$ м. Вследствие нагрева температура резко повышается. За счёт коэффициента теплопроводности и интенсивности теплового воздействия зависят процессы распространения теплоты. От состояния поверхности материала зависит основной показатель эффективности поглощения лазерного излучения. Изделие с низкой отражающей способностью увеличивает эффективность поглощения.

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

Одним из технологических процессов лазерной термообработки является инициирование химических реакций – легко распадающихся свободных радикалов химических соединений-инициаторов посредством введения в реакционную среду.

Инициирование химических реакций на поверхности сплавов путём теплового воздействия лазерного излучения или с использованием плазменного облака вблизи поверхности осуществляют для окисления или восстановления отдельных компонентов сплава или получения специальных соединений. [5, 6]

С целью улучшения поверхностных свойств изделий проводят лазерное поверхностное легирование. Его осуществляют путём введения в заданные участки поверхности различных компонентов, которые, смешиваясь с материалом основы, образуют сплавы или композиции требуемого состава. При этом обязательным условием является сохранение в обработанных лазером участках поверхности значительного количества атомов материала основы. Таким образом, принципиальное отличие легирования от закалки состоит в изменении химического состава поверхностного слоя материала. [2, 7]

Отличие строения зон, легированных лазером, от строения диффузионных покрытий состоит в отсутствии слоистости. Вследствие конвективного перемешивания расплава по мере удаления от поверхности перехода от фаз с большей концентрацией легирующего элемента к фазам с меньшей концентрацией не происходит. Все фазы в легированной зоне по глубине перемешаны примерно равномерно. Характер проведения процессов получения поверхностных покрытий во многом зависит не только от вида и формы присадочного материала, но и от способа введения его в зону лазерной обработки. Кусковой присадочный материал – фольга, проволока, прутки – легко наносится на поверхность подложки, большая часть энергии излучения при этом теряется на отражение. Использование порошкового присадочного материала позволяет несколько уменьшить отражение, однако в этом случае возникают проблемы закрепления порошка на поверхности и повышения коэффициента его использования. Подачу присадочных компонентов при легировании наиболее просто осуществлять из газовой или жидкой фазы. Различают предварительное нанесение легирующих компонентов на поверхность деталей или образцов, а также подачу этих компонентов в зону лазерного оплавления одновременно с воздействием излучения. [2, 8]

Упрочнение при лазерном легировании поверхности достигается в результате: значительного измельчения структуры; пересыщения твёрдого раствора, как легирующими элементами сплава, так и легирующими элементами, вводимыми при лазерном легировании; образование в зоне лазерного легирования интерметаллидных фаз, не свойственных системе компонентов сплава, что даёт возможность упрочнения сплавов, лазерная термическая обработка которых невозможна или имеет малую эффективность; возможности дальнейшего дисперсионного твердения при естественном и искусственном старении. [2, с.329]

У лазерного поверхностного легирования имеются такие преимущества, как хорошая воспроизводимость параметров и свойств поверхностного слоя, большая скорость процесса и достижение высокого качества поверхностного слоя, возможность получения узких локальных зон с заданным химическим составом, экономия дорогостоящего легирующего материала, отсутствие необходимости в последующей термообработке, экологическая чистота процесса легирования. [9]

Современные высокоперспективные процессы лазерной обработки широко прогрессируют в нанотехнологии и микроэлектронике, и во многих других отраслях, развиваемых во всех странах.

Развитие современного производства обуславливает все возрастающее внедрение наукоёмких технологий. К ним относится лазерная обработка материалов. Такая обработка является одной из технологий, которые определяют современный уровень производства в промышленно развитых странах. Использование химико-термической лазерной обработки материалов позволяет обеспечить высокое качество получаемых изделий, заданную производительность процессов, экологическую чистоту, а также экономию людских и материальных ресурсов. Среди лазерных источников, используемых для обработки материалов, наиболее широкое распространение получили высокомошные СО₂-лазеры. Такие лазеры, мощность которых достигает 20 кВт, на сегодняшний день составляют абсолютное большинство среди установок, применяемых для резки, сварки и термообработки. Их серийно выпускают в Европе, США, Японии и России. Основным направлением развития и совершенствования лазеров этого типа является повышение их надёжности и экономичности. [10]

Будущее разработки материалов с заданными свойствами лежит за лазерным поверхностным легированием. Эффективность использования химико-термической обработки лазером заключается в том, что осуществляется введение в поверхностные слои материалов разных компонентов в таких объёмах и сочетаниях, которые нельзя достичь привычными методами лазерной обработки. Такая обработка получает более гладкую поверхность, кроме того, защищает критические области, также может обрабатывать сложные геометрические поверхности и достигает лучших свойств материала.

Лазерная химико-термическая обработка существенно устраняет минусы характерные термической закалке, делая очевидной альтернативу в укреплении поверхностных слоёв материалов.

Список литературы

1. Арзамасов Б.Н., Макарова В.И., Мухин Г.Г. Материаловедение: Учебник для вузов // Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 384 с.

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

2. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюрлов А.И. Технологические процессы лазерной обработки // А.Г. Григорьянца. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 663 с.
3. Гуреев Д.М., Ямщиков С.В. Основы физики лазеров и лазерной обработки материалов: Учеб. пособие. – Самара: Изд-во Самарского государственного университета, 2001. – 392 с.
4. Дьюли У., Лазерная технология и анализ материалов: Пер. с англ. – М.: Мир, 2014. – 504 с.
5. Зуев И.В. Обработка материалов концентрированными потоками энергии. – М.: Изд-во МЭИ, 2015 – 161 с.
6. Ковалекно В.С. Лазерная технология: Учебник. – Киев: Высш.шк, 2016. – 278 с.
7. Коваленко В.С., Верхотуров А.Д., Головкин Л.Ф., Подчерняева И.А. Лазерное и электроэрозионное упрочнение материалов: Учебник. – М.: Наука, 2013. – 276 с.
8. Либенсон М.Н., Гавриленко В.Н., Виноградов Б.А. Теоретические основы воздействия лазерного излучения на материалы: Учеб. Пособие для вузов. – Благовещенск: Благовещ. политех. ин-т, 2016 – 344 с.
9. Овчинников В.В. Технология термической обработки. – М.: Инфра-М, Форум, 2012. – 320с.
10. Сварка. Резка. Контроль: Справочник: В 2 т. / Под общ. ред. Н.П. Алешина, Г.Г. Чернышева. – М.: Машиностроение, 2015 – 624 с.

References

1. Arzamasov B.N., Makarova V.I., Muhin G.G. Materialovedenie: Uchebnik dlya vuzov // B.N. Arzamasova, G.G. Muhina. – М.: Izd-vo MGTU im. N.E. Bauman, 2001. – 384 s.
2. Grigor'yanc A.G., SHiganov I.N., Misyurov A.I. Tekhnologicheskie processy lazernoj obrabotki // A.G. Grigor'yanca. – М.: Izd-vo MGTU im. N.E. Bauman, 2008. – 663 s.
3. Gureev D.M., YAmshchikov S.V. Osnovy fiziki lazerov i lazernoj obrabotki materialov: Ucheb. posobie. – Samara: Izd-vo Samarskogo gosudarstvennogo universiteta, 2001. – 392 s.
4. D'yuli U., Lazernaya tekhnologiya i analiz materialov: Per. s angl. – М.: Mir, 2014. – 504 s.
5. Zuev I.V. Obrabotka materialov koncentrirovannymi potokami energii. – М.: Izd-vo MEI, 2015 – 161 s.
6. Kovalekno V.S. Lazernaya tekhnologiya: Uchebnik. – Kiev: Vyssh.shk, 2016. – 278 s.
7. Kovalenko V.S., Verhoturov A.D., Golovko L.F., Podchernyaeva I.A. Lazernoe i elektroerozionnoe uprochnenie materialov: Uchebnik. – М.: Nauka, 2013. – 276 s.
8. Libenson M.N., Gavrilenko V.N., Vinogradov B.A. Teoreticheskie osnovy vozdeystviya lazernogo izlucheniya na materialy: Ucheb. Posobie dlya vuzov. – Blagoveshchensk: Blagoveshch. politekh. in-t, 2016 – 344 s.
9. Ovchinnikov V.V. Tekhnologiya termicheskoy obrabotki. – М.: Infra-M, Forum, 2012. – 320 s.
10. Svarka. Reзка. Kontrol': Spravochnik: V 2 t. / Pod obshch. red. N.P. Aleshina, G.G. Chernysheva. – М.: Mashinostroenie, 2015 – 624 s.

Сведения об авторах

Фомин Аркадий Олегович – студент 2 курса направления подготовки 35.03.06 – агроинженерия Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89041275707, e-mail: Pirat-8@mail.ru).

Агафонов Сергей Викторович – к.т.н., доцент кафедры технического сервиса и общинженерных дисциплин Иркутский государственный аграрный университет имени

А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89149024358, e-mail: agafonov38@rambler.ru).

Information about the authors

Fomin Arkady Olegovich – 2nd year student of the direction of training 35.03.06-Agroengineering Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 89041275707, e-mail: Pirat-8@mail.ru);

Agafonov Sergey Viktorovich – candidate of technical sciences, associate professor of technical service and General engineering disciplines Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk Region, Irkutsk District, pos. Molodezhny, tel. 89149024358, e-mail: agafonov38@rambler.ru).

УДК 519.83

**РЕШЕНИЕ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ МЕТОДАМИ
МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ВЕРОЯТНОСТНОГО АНАЛИЗОВ**

Чужинова А.Е. , Клепинин Н.А. , Елтошкина Е.В.

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

Согласно требованиям обязательным для выполнения при реализации федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - программ бакалавриата по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» предполагается применение компетентностного подхода при обучении студентов. Математика как одна из естественно-научных дисциплин занимает особое место в учебном плане подготовки бакалавров инженерных специальностей, так как ее методы широко используются для решения технических и технологических задач производства. В данной статье студентами первого курса направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» рассматриваются приложения высшей математики для решения технических, технологических, экономико-математических задач.

Ключевые слова: линейная алгебра, математический анализ, компетенции, стандарт, вероятность.

**SOLVING AGRICULTURAL ENGINEERING PROBLEMS USING
MATHEMATICAL AND PROBABILISTIC ANALYSIS METHODS**

Chugunova A.E., Klepinin N.A. , Eltoshkina E.V.

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

According to the mandatory requirements for the implementation of the federal state educational standard of higher education - bachelor's programs in the direction of preparation 03.03.06 "Agroengineering", it is assumed that a competency-based approach is used in teaching students. Mathematics as one of the natural science disciplines occupies a special place in the curriculum for training bachelors of engineering specialties, since its methods are widely used to solve technical and technological problems of production. In this article, the first-year students of the 35.03.06 "Agroengineering" direction of training consider applications of higher mathematics for solving technical, technological, economic and mathematical problems.

Key words: linear algebra, mathematical analysis, competencies, standard, probability.

Современная высшая математика неотрывно связана с другими науками, так как это возможно в связи с широким спектром самостоятельных областей и разделов. Математика это универсальная наука, которая позволяет отображать законы окружающего нас мира в виде математических моделей. Знакомство студентов направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» с теоретическими основами математики всегда позволяет более сознательно и активно применять выводы этой науки на практике [3].

В данной статье мы рассмотрим приложения элементов алгебры матриц, математического анализа, теории вероятностей и математической статистики для решения технических, технологических, экономико-математических задач. Для студентов первого курса приводится пример хранения и обработки полученных данных.

В федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» одними из основных видов профессиональной деятельности прописаны научно-исследовательская; проектная; производственно-технологическая; в связи с чем обучающиеся должны научиться решать задачи: проведение расчетов технологических и экономических показателей в сфере использования, технического обслуживания, ремонта сельскохозяйственной техники, машин и оборудования [1, 2, 5, 6].

Главная задача поставленная перед преподавателем высшего учебного заведения состоит в формировании профессиональных компетенций у студентов при изучении дисциплины. Понятие «компетенция» заключается в умении использовать полученные знания, навыки, опыт при изучении дисциплины «Математика» в будущей деятельности бакалавров инженерных направлений. При изучении дисциплины математика происходит привитие профессиональных компетенций, соответствующих перечисленным выше видам деятельности:

ОПК-1 – способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий [1].

При подготовке компетентного высококвалифицированного специалиста по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» особая роль отводится естественно-научной дисциплине «Математика», которая является инструментом анализа, организации и управления.

Будущий агроинженер должен знать аналитические и численные методы анализа математических моделей технологических и экономических процессов; уметь проектировать процессы производства сельскохозяйственной продукции, иметь навыки работы с информационными технологиями, владеть математическими методами при выполнении инженерных расчетов и процессов управления. Для выявления уровня

качества профессиональной подготовки студентов при изучении дисциплины «Математика» подготовлены серия профессионально-ориентированных примеров и задач. Задания не выходят за рамки традиционного курса.

При изучении раздела линейная алгебра (матричная алгебра), который является основным для применения в экономико-математическом моделировании при выяснении взаимосвязей экономических структур предприятия, можно рассмотреть следующие задачи. Матричное отображение является одним из наиболее компактных и удобных способов для решения экономических задач [3, 4, 8, 10].

Пример 1. СХ ПАО «Белореченское» производит ежедневно пять видов изделий, основные производственные показатели которых приведены в таблице 1.

Таблица 1- Ежедневные производственные показатели

Виды продукта п/п	Количество изд., ед.	Расход исход. сырья, кг/изд.	Норма времени изготов. ч/изд.	Стоимость изделия, ден.ед./изд.
1	40	4	7	40
2	30	7	8	36
3	20	6	10	30
4	35	5	15	50
5	60	2	5	20

Требуется рассчитать каждодневные показатели АПК: расход исходного сырья (S), затраты рабочего времени (T) и суммарная стоимость выпускаемой продукции (P).

Решение. Запишем данные в виде векторов, характеризующих основной производственный процесс конкретного АПК:

$\vec{l} = (40, 30, 20, 35, 60)$ - вектор представленного выпускаемого ассортимента;

$\vec{m} = (4, 7, 6, 5, 2)$ - вектор расхода исходного сырья;

$\vec{t} = (7, 8, 10, 15, 5)$ - вектор затрат рабочего времени на выпуск ассортимента;

$\vec{p} = (40, 36, 30, 50, 20)$ - вектор стоимости.

Таким образом, расход сырья (S), затраты рабочего времени (T) и стоимость выпускаемой продукции (P) мы находим в виде скалярного произведения вектора представленного выпускаемого ассортимента на соответствующие векторы расходов исходного сырья, затрат рабочего времени и стоимости.

$$S = (\vec{l}, \vec{m}) = 40 \times 4 + 30 \times 7 + 20 \times 6 + 35 \times 5 + 60 \times 2 = 785 \text{ (кг.)},$$

$$T = (\vec{l}, \vec{t}) = 40 \times 7 + 30 \times 8 + 20 \times 10 + 35 \times 15 + 60 \times 5 = 1545 \text{ (ч.)},$$

$$P = (\vec{l}, \vec{p}) = 40 \times 40 + 30 \times 36 + 20 \times 30 + 35 \times 50 + 60 \times 20 = 6230 \text{ (ден.ед.)}.$$

При изучении раздела дифференциальное исчисление, можно рассмотреть задачи на тему: «Приложения производной в экономике».

Пример 2: Зависимость издержек производства некоторого товара от объема выпускаемой продукции выражается формулой $C = 30R - 0,03R^2$ денежных единиц. Предельные издержки вычисляются по формуле $C = 30R - 0,06R^2$. Вычислить средние и предельные издержки при объеме продукции стоимостью $R = 15$ ден. ед. [7].

Решение. Средние издержки на единицу продукции определим:

$$\bar{C} = \frac{C}{R} = 30 - 0,03R; \bar{C}(15) = 30 - 0,03 \cdot 15 = 29,55 \text{ (ден.ед.)}$$

Предельные издержки определим по формуле:

$$C' = 30 - 0,06R, C'(15) = 30 - 0,06 \cdot 15 = 29,1 \text{ (ден.ед.)}$$

Таким образом, можно сделать вывод, что при средних издержках на производство единицы продукции в 27,75 ден.ед. дополнительные затраты на производство единицы дополнительной продукции составят 29,1 ден.ед. и не превышают средних издержек при объеме продукции стоимостью $R = 15$ ден. ед.

На втором курсе в разделе теории вероятностей и математической статистики мы предлагаем рассмотреть, например, задачи практического содержания по теме: «Формула полной вероятности и формулы Байеса» [9].

Пример 3. Засев поля производится семенами рыжика четырех сортов: I, II, III и IV, перемешанных между собой. Возьмем одно из этих зерен. Известно, что вероятности того, что наудачу взятое зерно окажется того или иного сорта, равны: $P(A_1) = 0,12$; $P(A_2) = 0,09$; $P(A_3) = 0,14$; $P(A_4) = 0,65$. Вероятность того, что из зерен вырастет колос, содержащий не более 40 зерен, равна: 0,25 из зерен сорта I, 0,08 из зерен сорта II, 0,04 из зерен III, 0,00 из зерен сорта IV. Требуется найти безусловную вероятность того, что колос будет иметь не более 40 зерен.

Решение. Событие, состоящее в том, что это зерно – сорта I, обозначим через A_1 , что оно сорта II, обозначим через A_2 , сорта III – через A_3 , сорта IV – через A_4 . Пусть B – событие, состоящее в том, что колос будет содержать не менее 40 зерен, тогда по условию нашей задачи условные вероятности того, что колос будет иметь не более 40 зерен из каждого сорта взятого рыжика будут равны:

$$P_{A_1}(B) = 0,25; P_{A_2}(B) = 0,08; P_{A_3}(B) = 0,04; P_{A_4}(B) = 0,00.$$

Тогда вероятность того, что из наугад взятого зерна вырастет колос имеющий не более 40 зерен находим по формуле полной вероятности:

$$\begin{aligned} P(B) &= P(A_1)P_{A_1}(B) + P(A_2)P_{A_2}(B) + P(A_3)P_{A_3}(B) + P(A_4)P_{A_4}(B) = \\ &= 0,12 \times 0,25 + 0,09 \times 0,08 + 0,14 \times 0,04 + 0,65 \times 0,00 = 0,0428. \end{aligned}$$

Пример 4. В ремонтной мастерской в среднем 30 клиентов обслуживается специалистом в первом цехе, а 70 клиентов во втором цехе.

Вероятности того, что клиент мастерской будет обслужен без помощи консультанта, только специалистами, составляют 0,8 и 0,64 соответственно для первого и второго цеха. Клиент был обслужен полностью. Найти вероятность полного обслуживания клиента специалистом в первом цехе.

Решение. Введем обозначения: событие A_1 - клиент обслужится в первом цехе, событие A_2 - клиент обслужится во втором цехе. Событие B - клиент был обслужен полностью в ремонтной мастерской. По условию задачи: $P(A_1) = 0,3$, $P(A_2) = 0,7$, $P_{A_1}(B) = 0,8$, $P_{A_2}(B) = 0,64$.

Тогда искомая вероятность, того что клиент был обслужен специалистом без помощи консультанта в первом цехе определяется по формуле Байеса:

$$P_B(A_1) = \frac{P(A_1) \cdot P_{A_1}(B)}{P(A_1) \cdot P_{A_1}(B) + P(A_2) \cdot P_{A_2}(B)} = \frac{0,3 \cdot 0,8}{0,3 \cdot 0,8 + 0,7 \cdot 0,64} = \frac{15}{43} \approx 0,35.$$

Таким образом, рассматривая такие задачи с технологическим и экономическим содержанием, можно показать студентам широкие возможности применения различных разделов математики при изучении окружающего мира [3]. Анализ полученных результатов с точки зрения инженерии является необходимым звеном профессиональной подготовки, и от ее качества зависит дальнейшая продуктивная профессиональная деятельность будущих специалистов, а также происходит привитие профессиональных компетенций.

Список литературы

1. ФГОС ВО направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавр) (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 г., регистрационный № 813).
2. Бодякина Т.В. Об адаптации студентов к вузу /Т.В. Бодякина // Современные тенденции развития науки и технологий: сб. научных трудов по материалам III Международной научно-практической конф. – Белгород, 2015 – С. 13-15.
3. Булгакова М.В. Математика в экономике / М.В. Булгакова // Вестник Южно-Уральского профессионального института: Научный журнал, том 16. - Челябинск: МОУ ВПО ЮУПИ, 2015. – Т.16. – С. 22-32.
4. Григорьева Д.Р. Решение экономических задач с помощью матричного метода / Д.Р. Григорьев, В.О. Герасимова // Экономика и современный менеджмент: теория и практика: сб. статей по материалам XLIII международной научно-практической конференции – Новосибирск: СибАК, 2014.
5. Доница Д.Д., Доница А.Д. Современные проблемы профессиональных компетенций /Д.Д. Доница, А.Д. Доница // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2008. № 1 (5). С. 125-128.
6. Елтошкина Е.В. Математическая подготовка бакалавров в системе аграрного образования / Е.В. Елтошкина, Т.В. Бодякина, С.Е. Васильева, Н. Маслов // Современные тенденции развития науки и технологий: сб. научных трудов по материалам XIII Международной научно-практической конференции – Белгород, 2016 – С. 110-115.
7. Сельскохозяйственные машины. Технологические расчеты в примерах и задачах [Текст]: учебное пособие / под ред. М.А. Новикова. – СПб. : Проспект науки, 2011. – 208 с.

8. Сикоренко М.А. Использование методов математической статистики и теории вероятностей в экономике /М.А. Сикоренко, В.С. Ушакова // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3-3;

9. Теория вероятностей и математическая статистика/ А.Ф. Долгополова, Т. А. Гулай, Д. Б. Литвин, С. В. Мелешко //Международный журнал экспериментального образования, 2012. – № 11. –С. 51-52.

10. Шапиро И.М. Использование задач с практическим содержанием в обучении математике /И.М. Шапиро. - М.: Просвещение, 1990. - 96 с.

References

1. FGOS VO napravleniya podgotovki 35.03.06 «Agroinzheneriya» (uroven' bakalavr) [Federal State Educational Standards of Higher Education in the direction of preparation March 35, 2006 "Agricultural Engineering" (bachelor's level)] (utverzhden prikazom Ministerstva obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii ot 23.08.2017 g., registratsionnyy № 813).

2. Bodyakina T.V. *Ob adaptatsii studentov k vuzu* [On the adaptation of students to the university]// *Sovremennyye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii: sb. nauchnykh trudov po materialam III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konf.* – Belgorod, 2015 – pp. 13-15.

3. Bulgakova M.V. *Matematika v ekonomike* [Mathematics in Economics]/ M.V. Bulgakova // *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo professional'nogo instituta: Nauchnyy zhurnal*, tom 16. - Chelyabinsk: MOU VPO YUUPI, 2015. – Т.16. – pp. 22-32.

4. Grigor'yeva D.R., Gerasimov V.O. *Resheniye ekonomicheskikh zadach s pomoshch'yu matrichnogo metoda* [The solution of economic problems using the matrix method]// *Ekonomika i sovremennyy menedzhment: teoriya i praktika: sb. statey po materialam XLIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* – Novosibirsk: SibAK, 2014.

5. Donika D.D., Donika A.D. *Sovremennyye problemy professional'nykh kompetentsiy* [Modern problems of professional competencies]// *Biznes. Obrazovaniye. Pravo. Vestnik Volgogradskogo instituta biznesa*. 2008. no 1 (5). pp. 125-128.

6. Yeltoshkina Ye.V., Bodyakina T.V., Vasil'yeva S.Ye., Maslov N. *Matematicheskaya podgotovka bakalavrov v sisteme agrarnogo obrazovaniya* [Mathematical training of bachelors in the system of agricultural education]// *Sovremennyye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii: sb. nauchnykh trudov po materialam XIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* – Belgorod, 2016 – pp. 110-115.

7. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny. Tekhnologicheskiye raschety v primerakh i zadachakh: uchebnoye posobiye* [Technological calculations in examples and tasks]/ pod red. M.A. Novikova. – SPb. : Prospekt nauki, 2011. – 208 p.

8. Sikorenko M.A., Ushakova V.S. *Ispol'zovaniye metodov matematicheskoy statistiki i teorii veroyatnostey v ekonomike* [Using methods of mathematical statistics and probability theory in economics]// *Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik*. – 2016. – no 3-3;

9. *Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika* [Probability theory and mathematical statistics] /A. F. Dolgoplova, T. A. Gulay, D. B. Litvin, S. V. Meleshko//*Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*, 2012. – no 11. –pp. 51-52.

10. Shapiro I. M. *Ispol'zovaniye zadach s prakticheskim soderzhaniyem v obuchenii matematike* [The use of tasks with practical content in teaching mathematics]/ М.: Prosveshcheniye, 1990. - 96 p.

Сведения об авторах

Чужинова Анастасия Евгеньевна – студент очной формы обучения инженерного факультета Иркутского ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный тел. 89016542524, e-mail: nnastasyushka@icloud.com)

Клепинин Никита Андреевич - студент очной формы обучения инженерного факультета Иркутского ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный тел. 89501197675, e-mail: klupunun@mail.ru)

Елтошкина Евгения Валерьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры математики, магистрант кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, безопасность жизнедеятельности и профессионального обучения, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, г. Иркутск, ул. Байкальская, 278, тел. 89041292430, e-mail: EEV_baikal2005@mail.ru).

Information about authors

Chuzhinova Anastasia Evgenievna – student, full-time tuition, engineering faculty, Irkutsk stste agricultural university (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, village Youth, phone 89016542524, e-mail: nnastasyushka@icloud.com)

Klepinin Nikita Andreevich - student, full-time tuition, engineering faculty, Irkutsk stste agricultural university (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, village Youth, phone 89501197675, e-mail: klupunun@mail.ru)

Eltoshkina Evgenia Valeryevna - candidate of technical sciences, associate professor of the department of mathematics, undergraduate student of the machine-tractor desk, life safety and vocational training. Irkutsk State Agrarian University. A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk, Baikalskaya str., 278, phone 89041292430, e-mail: EEV_baikal2005@mail.ru).

УДК 621.785.545

**ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ
ТОКАМИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ**

Шадрин А.А., Обухов А.В., М.К. Бураев

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

В статье изложен способ поверхностного упрочнения (закалки) деталей оборудования животноводческих ферм токами высокой частоты (ТВЧ). Поверхностная закалка состоит в нагреве поверхностного слоя стали выше температуры фазовых превращений с последующим охлаждением для получения высокой твердости и прочности в поверхностном слое детали в сочетании с вязкой сердцевиной. При нагреве ТВЧ магнитный поток, создаваемый переменным током, проходящим по проводнику (индуктору), индуцирует вихревые токи в металле детали. Форма индуктора соответствует внешней форме изделия. Индуктор представляет собой медные трубки с циркулирующей внутри водой для охлаждения. Скорость нагрева зависит от количества выделившегося тепла, пропорционального квадрату силы тока и сопротивлению металла. Предложена конструкция станка и смонтированного на нем редуктора, который позволяет осуществлять согласованные вращательное и поступательное движения нитки червяка относительно неподвижного индуктора ТВЧ.

Ключевые слова: закалка, движение, токи высокой частоты, индуктор, закалка, червяк, станок.

SURFACE HARDENING OF PARTS WITH HIGH FREQUENCY CURRENTS

Shadrin A. A., Obukhov A.V., M. K. Buraev

Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Ezhevsky,

Molodezhniy, Irkutsk district, Russia

Annotation. The article describes a method for surface hardening (hardening) of equipment parts of livestock farms with high-frequency currents (HDV). The surface treatment consists in heating the surface layer of steel above the temperature of phase transformations, followed by cooling to obtain high hardness and strength in the surface layer of the part in combination with a viscous core. When the HDL is heated, the magnetic flux generated by an alternating current passing through the conductor (inductor) induces eddy currents in the metal of the part. The shape of the inductor corresponds to the external shape of the product. The inductor is a copper tube with water circulating inside for cooling. The heating rate depends on the amount of heat generated, which is proportional to the square of the current and the resistance of the metal. The design of the machine and the reducer mounted on it is proposed, which allows for coordinated rotational and forward movements of the worm thread relative to the stationary HDV inductor.

Keywords: quenching, movement, high-frequency currents, inductor, quenching, worm, machine.

Термическая обработка металлов является составной частью общего цикла изготовления деталей машин и инструмента. Особенно большие успехи в разработке теории и внедрения передовых методов термической и химико-термической обработки достигнуты на машиностроительных заводах автомобильной, тракторной, станкостроительной и шарикоподшипниковой промышленности [4]. Необходимость применения поверхностного упрочнения деталей после восстановительных операций имеет место на вторичном рынке машин при повторном использовании изношенных элементов [1, 2]. Высокочастотной закалке подвергают шейки коленчатых валов, кулачковых валов, гильзы цилиндров, поршневые пальцы, детали гусениц, пальцы рессоры и т. д. Выбор толщины упрочняемого слоя зависит от условий работы детали. Если от детали требуется только высокая износостойкость, толщина упрочняемого слоя составляет 1,5–3 мм, в случае высоких контактных нагрузок и возможной перешлифовки оптимальная толщина возрастает до 5–10 мм. Деталь помещается в переменное магнитное поле проводника, несущего ток промышленной или повышенной частоты. Этот проводник называется индуктором и обычно изготавливается из медных трубок, которые навиваются в виде спиралей круглого или другого сечения (в зависимости от формы нагреваемой заготовки). Ему может быть придана любая другая форма, если это необходимо для получения заданного температурного поля детали. Вследствие электромагнитной индукции в детали возникает вихревой ток (ток Фуко), который её нагревает. Ферромагнитные материалы нагреваются в этих условиях также теплом, выделяющимся при перемагничивании детали (заготовки).

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

При ремонте оборудования животноводческих ферм возникает необходимость поверхностного упрочнения восстановленных валов, шестерен и червяков редукторов в механизмах навозоудаления, перемещения кормосмесей и т. д. Одним из таких методов является поверхностное упрочнение деталей токами высокой частоты [5].

Разработка технологических процессов ТВЧ-обработки деталей из конструкционных сталей, обеспечивающих требуемое качество структуры и заданный уровень долговечности деталей, опирается на значения регламентированных характеристик упрочненных поверхностей, приведенных по данным [3] в таблице 1.

Таблица 1 - Регламентированные характеристики закаленного слоя ТВЧ для зубьев червяка и червячного колеса

Характеристики для выбора режимов ХТО	Заданные значения (величины) характеристик	Техническая документация, регламентирующая характеристики
Марка стали	20Х2Н4А	Требования чертежа
Модуль	4,5 мм	»
Характеристический размер	76,5 мм	Согласно способу оценки прокаливаемости слоев и сердцевины
Глубина закалки	1,0-1,5 мм	Требования чертежа
Твердость сердцевины	не менее 23HRC.,	
Поверхностная твердость закаленного слоя	HRC, 57-64 (HV _{0,2} 650-820)	»
Эффективная толщина закаленного слоя до участков с твердостью 750HV ₀₂ (HRC ₃ 62) 600 HV ₀₂ (HRG, 54)	0,2-0,45 мм 0,9-1,1 мм	Рекомендуемые требования к качеству закаленного слоя
Твердость сердцевины	30-40 HRC ₃	Требования чертежа
Бейнит в цементованном слое	1-2 балла	Рекомендуемые требования к качеству цементованного слоя
Троостит в закаленном слое	на глубину не более 0,015 мкм	»
Феррит в сердцевине	3-4 балла	Требования чертежа
Интенсивность охлаждения (Н) при закалке	0,30-0,40	Рекомендуемые требования к качеству закаленного слоя

Поверхностная закалка резьбовых витков червяков - сложная операция, требующая осуществления вращательного и поступательного движений нитки червяка относительно неподвижного индуктора. Для выполнения этой операции предложен специальный станок (рисунок 1, а).

Согласованные вращательное и поступательного движений нитки червяка через неподвижный индуктор высокочастотной установки осуществляются от одного электродвигателя. Передача вращательного и поступательного движений червяка производится сменным ходовым винтом, шаг резьбы которого совпадает с шагом закаливаемого червяка. Фрикционный конусный вариатор позволяет регулировать скорость прохождения нитки червяка относительно индуктора.

Станок (рисунок, а) состоит из колонки 12 и поворотной станины 13. На последней установлены неподвижные салазки 14, на которых смонтированы механизмы привода шпинделя 8, механизм передвижения салазок и задняя бабка 1. Шпиндель станка приводится во вращение от электродвигателя 3 через конусные фрикционные вариаторы 2 и 7, червячный редуктор и три пары цилиндрических зубчатых колес. Поступательное перемещение обрабатываемого червяка Б, установленного в центрах, совершается совместно с салазками от сменного ходового винта 11, связанного с шпинделем станка при помощи муфты 9. Кроме сцепления, муфта одновременно центрирует ходовой винт относительно оси шпинделя. Для этого в основании сцепляющего зуба ходового винта имеется цилиндрический поясок, а в полумуфте шпинделя - соответствующая цилиндрическая выточка.

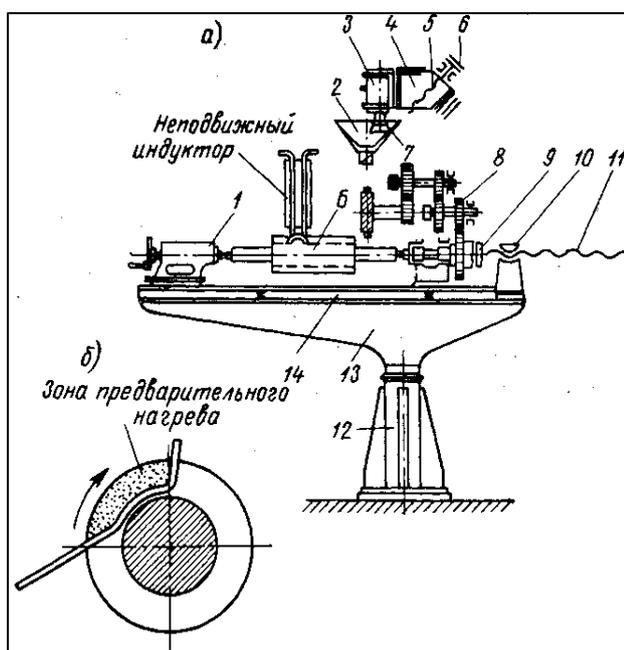


Рисунок 1 - Схема станка для закалки червяков (а) и схема нагрева витка червяка (б).

Вращательное движение сменного ходового винта 11 передается неподвижной рейке 10, которая в свою очередь передает поступательное движение салазкам со шпинделем, задней бабкой и обрабатываемым червяком. Ходовой винт салазок должен иметь резьбу, шаг которой совпадал бы с шагом обрабатываемого червяка. Этим достигается соответствие

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

поступательного движения червяка за один оборот. Частота вращения шпинделя регулируется посредством вариатора перемещением ролика 7, укрепленного на электродвигателе 3, по конусу 2 с помощью маховичка 6, винта 5 и гайки 4.

Настройка станка проста и производится путем опытной закалки червяков. Управление станком - кнопочное.

Индуктор высокочастотной установки укреплен на выходных зажимах вторичной обмотки трансформатора и охватывает петлей часть витка червяка. У основания петли происходит предварительный нагрев витка червяка, а у вершины петли - окончательный нагрев и закалка (рисунок, б). Вода, поступающая через индуктор, охлаждает не только закаливаемый виток, но и соседние витки.

Индуктор изготавливают из медных трубок диаметром 6 мм с толщиной стенок 0,5 мм, профилированных на прямоугольник 4×6 мм. Зазор между индуктором и стороной профиля нитки червяка составляет 5 мм, а между индуктором и наружной вершиной витка – 6 мм.

Защита от водяных брызг осуществляется прозрачным щитом. При постепенном прохождении витка червяка через неподвижный индуктор происходит последовательная закалка всего витка червяка.

В качестве источника тока использована одноконтурная высокочастотная установка ГЛЭ-63 с керамическим конденсатором емкостью 19200 мкф.

Опыт эксплуатации закалочной установки на Иркутском заводе тяжелого машиностроения (ИЗТМ) показал, что биение закалки составляет 0,01 - 0,03 мм, изменение осевого шага 0,005 мм, отклонение профиля ±0,01 - 0,02 мм, радиальное биение 0,025 мм. Толщина закаленного слоя составляет 2 - 3 мм, твердость HRC 54 - 62.

Контрольное измерение червяка, выполненные на заводах с применением различных сложных приборов, устройств и приспособлений приведен в таблице 2.

Таблица 2 - Значения механических характеристик червяка (фрагмент)

Глубина закалки	Марка стали	HV _{0,2}	HRC	Эффективная толщина закаленного слоя
1	20X2H4A	605	21	0,8
1	20X2H4A	750	60	1,0

Измерения твёрдости детали после обработки ТВЧ приведенные в таблице 2 показали, что в первом случае регламентированных (таблица 1) значений достичь не удалось. Причина здесь была в нарушении режимов обработки по величине времени нагрева и охлаждения детали. Повторные измерения твердости закаленного слоя после устранения указанных недостатков показали, что нормативные значения достигнуты.

Список литературы

1. *Бураев М.К.* Влияние уровня производственно-технической эксплуатации на ресурсные параметры машин / *М.К. Бураев., А.С. Шеметов, Ц.В. Цэдашиев* // Актуальные вопросы аграрной науки. - 2019. - № 32. - С. 5-11.
2. *Бураев М.К.* Вторичный рынок машин в системе агротехсервиса / *М. К. Бураев* // Ремонт, восстановление, модернизация. - 2008.- № 3.- С.41-44.
3. *Корягин Ю.Д.* Индукционная закалка сталей: учебное пособие / *Ю.Д. Корягин, В.И. Филатов.* – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 52 с.
4. *Сусин А.А.* Химико-термическое упрочнение высоконапряженных деталей. – Мн.: Беларуская наука, 1999. – 175 с.
5. *Черноиванов В. И.* Организация и технология восстановления деталей машин / *В. И. Черноиванов, В. П. Лялякин.*– 2-е изд., перераб. и доп.– М.: ГОСНИТИ, 2003. – 488 с.

References

1. Buraev M.K., et all *Vliyaniye urovnya proizvodstvenno-tekhnicheskoy ekspluatatsii na resursnyye parametry mashin* [Influence of the level of production and technical operation on the resource parameters of machines] / Current issues of agricultural science. 2019. No. 32. pp. 5-11.
- 2.. Buraev M.K. *Vtorichnyy rynek mashin v sisteme agrotekhservisa* [Secondary market of machines in the agrotechnical service system] / M. K. Buraev / / Repair, restoration, modernization. - 2008.- No. 3.- Pp. 41-44.
3. Koryagin Yu.D. et all *Induktsionnaya zakalka staley: uchebnoye posobiye* [Induction hardening of steels: a textbook] / Yu. D. Koryagin, V. I. Filatov. - Chelyabinsk: SUSU publishing House, 2006. - 52 p.
- 4.Susin A.A. *Khimiko-termicheskoye uprochneniye vysokonapryazhennykh detaley.* [Chemical and thermal hardening of highly stressed parts]. – Meganewton.: Belarusian Nauka, 1999. - 175 p.
5. Chernoiivanov V.I. *Organizatsiya i tekhnologiya vosstanovleniya detaley mashin* [Organization and technology of restoration of machine parts] / V. I. Chernoiivanov, V. P. Lyalyakin.- 2nd ed., Rev. and extra– M.: GOSNITI, 2003. – 488 p.

Сведения об авторах

Шадрин Андрей Александрович, магистрант инженерного факультета Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 83952237491, e_mail: buraev@mail.ru)

Обухов Алексей Владимирович, магистрант инженерного факультета Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 83952237491, e_mail: buraev@mail.ru)

Бураев Михаил Кондратьевич, доктор технических наук, профессор кафедры Технического сервиса и общеинженерных дисциплин инженерного факультета Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89500904493, e_mail: buraev@mail.ru)

Information about authors

Shadrin Andrey Aleksandrovich – 3rd year student of the faculty of engineering; Irkutsk state agricultural university A. A. Ezhevsky named A.A. Izhevsky (Russia, 664038, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 83952237491, e_mail: buraev@mail.ru)

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

Obuhov Alexey Vladimirovich – 3rd year student of the faculty of engineering; Irkutsk state agricultural university A. A. Ezhevsky named A.A. Izhevsky (Russia, 664038, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 83952237491, e_mail: buraev@mail.ru)

Buraev Mihail Kondratievich – doctor of technical sciences, professor of department "Technical service and engineering disciplines", Irkutsk state agricultural university named A.A. Ezhevsky (Russia, 664038, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89503835361, 89500904493, e_mail: buraev@mail.ru).

ОГЛАВЛЕНИЕ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА ЧИПСОВ ¹ Блохнин М.А., ² Шелкунов А.В., ¹ Очиров В.Д.	3
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОРНЕПЛОДОВ В ПРОЦЕССАХ СУШКИ И ИЗЛУЧЕНИЕМ Бобов Д.Н. , Логинов А.Ю.	11
ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБКИХ ПОЛИМЕРНЫХ ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫХ ТРУБ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ Бобровникова Л.И.	18
ПЕРЕВОД ИСТОЧНИКА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ П. ЖИЛКИНО Г. ИРКУТСКА В ВОДОГРЕННЫЙ РЕЖИМ Габидулин Д. И.	22
БУДУЩЕЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ МОНГОЛИИ Жаргалсайхан Мунхцэцэг, Лукина Г.В.	28
ПРИЧИНЫ ПЕРЕБОЕВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В ОФИСНЫХ ЗДАНИЯХ Комарова Е.Б.	34
ОЦЕНКА СРОКА СЛУЖБЫ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ Купецких И.В., Алтухов С.В.	41
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ МИКРОКЛИМАТОМ ТЕПЛИЦЫ Лошкарев С. В., Кузнецов Б. Ф., Клибанова Ю. Ю.	48
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА ПРИ ОТСУТСТВИИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ Мионов А.А., Иванов Д.А.	54
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА СУШКИ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ ХРАНЕНИЯ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ Непомнящий Е.П., Сукьясов С. В.	61
ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И СУШКИ ОВОЩЕЙ Озимов Е.Н., Прудников А.Ю.	68
АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СЕТИ 0,38 КВ СЕЛЬСКОГО ДОМА С ОДНОФАЗНЫМИ НАГРУЗКАМИ Молчанова А. А., Сукьясов С. В.	76
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГАЗОВОЙ КАМЕРЫ ИНКУБАТОРИЯ ¹ Пешков А.А., ¹ Прудников А.Ю., ² Боннет Я.В., ³ Боннет М.В.	84
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ УСТАНОВКИ ГИБРИДНОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ Родионова Е.Р., Боннет В.В.	90

ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В СЕТИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	
Рудых А.В., Луговнин И.С.	95
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЗАЩИЩЁННОМ ГРУНТЕ	
Салмонов С.Р., Федотов В.А.	101
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ТОМАТОВ ПЕРЕД ИНФРАКРАСНОЙ ОБРАБОТКОЙ	
Свинарева А.М., Быкова С.М.	107
К ВОПРОСУ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	
Тунханеева А.Г., Логинов А.Ю.	113
ДИАГНОСТИКА МЕХАНИЧЕСКИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ	
И.В. Табиханов, С.М. Быкова	119
ПРИМЕНЕНИЕ ВЕТРОВОЙ И СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОНАХ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА	
С.А. Чураков, К.А. Мартынов, Булгаков В.Р., Г.В. Лукина	125
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДОЖДЕВАНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ РАДИАЦИОННЫХ ЗАМОРОЗКОВ	
Чурин А.В., Кузнецов Б. Ф.	130
АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	
Матвеев Р.В., Матвеева В.Ю., Шистеев А.В.	136

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ УБОРКИ РАПСА НА СЕМЕНА И МАСЛО	
Антипин А.И., Поляков Г.Н.	142
ЧИП-ТЮНИНГ АВТОМОБИЛЕЙ	
Астапов Я.И., Духнич Е.Д., Индосова А.В., Прудников А.Ю.	147
ПРОИЗВОДСТВО ШЕЛКА В НАВАЙСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН	
Бозарова М.Б, Мирзаев Б.М, Поляков Г.Н.	155
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ЗЕРНА ПРИ УБОРКЕ КОМБАЙНАМИ	
Дашипильчинов С.Б., Поляков Г.Н.	163
КОМПЬЮТЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	
Духнич Е.Д., Шуханов С.Н.	168
ОБЩИЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ФОРСИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	

Егоров И.Б., Шуханов С.Н.	172
ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ КЛУБНЕЙ ПРИ УБОРКЕ КАРТОФЕЛЯ УБОРОЧНЫМИ МАШИНАМИ	
Елисеев И.Е., Кузьмин А.В.	178
АНАЛИЗ УРОВНЯ НАДЕЖНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПТЦ ЭЛЕКТРОДАМИ	
Квич Д.Н., Малованюк Р.П., Овчинникова М.А., Шистеев А.В.	185
СТЕНД ДЛЯ ПРАВКИ И ПРОВЕРКИ КАРДАННЫХ ВАЛОВ	
Манухин К.А., Аносова А.И.	191
ОБЗОР ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ КАЧЕСТВ ШИН В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ.	
Минин С.А., Осипов А.К., Ильин П.И.	195
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СТАНДАРТОВ КЛАССИФИКАЦИИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ	
Мирзаев Б.М, Бозарова М.Б., Шистеев А.В.	201
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ БИОГАЗОВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ	
Мирзаев Б.М., Бозарова М.Б., Васильев Ф.А., Пальвинский В.В.	210
КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БЕНЗИНОВОГО ДВС С ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ	
Пестова С.В., Цэдашиев Ц.В.	216
СУ О РАЗРАБОТКЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КАРТОФЕЛЕКОПАТЕЛЯ	
Праведников С.А., Кузьмин А.В.	222
ДУАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА	
Раковская Д.Э., Белобородова В.Г., Бричагина А.А., Коваливнич В.Д.	228
ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ САМООЦЕНКИ СТУДЕНТОВ ИРКУТСКОГО ГАУ	
Раковская Д.Э., Чубарева М.В.	234
ДОВСХОДОВОЕ БОРОНОВАНИЕ И БОРОНА С АКТИВНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ	
Самусик Г.С., Поляков Г.Н., Косарева А.В.	242
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОРРЕКТИРУЮЩИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ ПРИ ПОСЕВЕ	
Степанов Н.Н., Бричагина А.А., Степанов Н.В.	249
ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЛАЗЕРОМ	
Фомин А.О., Агафонов С.В.	255
РЕШЕНИЕ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ВЕРОЯТНОСТНОГО АНАЛИЗОВ	
Чужинова А.Е. , Клепинин Н.А. , Елтошкина Е.В.	260
ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ТОКАМИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ	
Шадрин А.А., Обухов А.В., М.К. Буряев.	266