

№ 1 (9) - 2021

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ВЕСТНИК
ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АПК**



www.texvestnik.ru

ФЕВРАЛЬ | №1 (9) - 2021

Редакционный совет:

к.т.н., доцент, Новопапин Л.А.- главный научный редактор.
к.э.н., доцент, Юсупов М.Л.- заместитель председателя редакционного совета, зам. главного научного редактора;

Редколлегия:

- д.т.н., профессор-Баймухамедов М.Ф. (Казахстан, г. Костанай);
- д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и образования РАЕ - Носырев М.Б. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ -Зорин В.А. (г. Москва);
- д.т.н., профессор, почетный работник науки и техники РФ - Барбин Н.М. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., доцент - Шепелёв С.Д. (г. Челябинск);
- д.т.н., профессор - Баженов Е.Е. (г. Москва);
- д.т.н., профессор, заслуженный энергетик России, действительный член Международной энергетической академии- Щеклеин С.Е. (г. Екатеринбург)
- д.т.н., профессор - Охотников Б.Л. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., профессор - Минухин Л.А. (г. Екатеринбург);
- д.т.н., профессор - Пищиков Г.Б. (г. Екатеринбург);

Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

Адрес учредителя и редакции: 620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42

Телефоны:

Гл. редактор 8-922-222-7095;

Зам. гл. редактора — +7 912-600-95-55;

Ответственный секретарь8-996-187-97-31;

Отдел научных материалов: 8-996-187-97-31;

E-mail: texvestnik@gmail.com *(для материалов)*

К сведению авторов

1. Представляемые статьи должны содержать результаты научных исследований, готовые для использования в практической работе специалистов сельского хозяйства, либо представлять для них познавательный интерес (исторические материалы и др.).

2. Структура представляемого материала в целом должна выглядеть так:

— УДК;
— рубрика;
— заголовок статьи (на русском языке);
— Ф. И. О. авторов, ученая степень, звание, должность, место работы, адрес и телефон для связи (на русском языке);

— ключевые слова (на русском языке);
— расширенная аннотация — 200–250 слов (на русском языке);

— заголовок статьи (на английском языке);
— Ф. И. О. авторов, ученая степень, звание, должность, место работы, адрес и телефон для связи (на английском языке);

— ключевые слова (на английском языке);
— расширенная аннотация — 200–250 слов (на английском языке);

— собственно текст (необходимо выделить заголовками в тексте разделы: «Цель и методика исследований», «Результаты исследований», «Выводы. Рекомендации»);

— список литературы, использованных источников (на русском языке);

— список литературы, использованных источников (на английском языке).

3. Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы. Таблицы представляются в формате Word. Форму-

лы — в стандартном редакторе формул Word, структурные химические в ISIS / Draw или сканированные, диаграммы в Excel. Иллюстрации представляются в электронном виде, в стандартных графических форматах.

4. Литература на русском и английском языке должна быть оформлена в виде общего списка, в тексте указывается ссылка с номером. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

5. Перед публикацией редакция направляет материалы на дополнительное рецензирование в ведущие вузы и НИИ соответствующего профиля по всей России.

6. На публикацию представляемых в редакцию материалов требуется письменное разрешение организации, на средства которой проводилась работа, если авторские права принадлежат ей.

7. Авторы представляют (одновременно):

— статью в печатном виде — 1 экземпляр, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа, подписанную на обороте последнего листа всеми авторами. Размер шрифта — 12, интервал — 1,5, гарнитура — TimesNewRoman;

— иллюстрации к статье (при наличии);

8. Материалы, присланные в полном объеме по электронной почте.

9. Работы публикуются в авторской редакции.

10. Работы публикуются по результатам двойного независимого рецензирования от специалистов в профильной предметной области, в качестве которых выступают известные отечественные и зарубежные ученые.

Содержание

Процессы и машины агроинженерных систем

1. С.И. Бобков "Параметры дискового рабочего органа для измельчения и заделки сидератов в поверхностный слой почвы" 4
2. К.М. Потетня, О.М. Вырова "Факторы, влияющие на реакцию пшеницы на внесение азотных удобрений" 11
3. Б. А. Воронин, М. Л. Юсупов, Я. В. Воронина, Л. А. Новопашин "К вопросу о механизации сельского хозяйства через использование МТС" 20
4. К.М. Потетня, А.А. Садов "Тестирование и дезактивация загрязненных почв от гербицидных остатков" 28
5. А.А. Садов, Л.В. Денежко "Оценка дизельного смесового топлива на основе рицинового масла и биоэтанола" 35

Машиностроение

6. А.А. Готовщиков "Совокупность параметров, определяющих размеры r_{fid} антенны для считывания движущейся метки" 43
7. Н.Н. Эльяш, Н.О. Незамаева "Проектирование механизма шагового транспортера" 54

Транспорт

8. Г.А. Иовлев, В.И. Лукашевич "Влияние износа на ресурс двигателей" 59

ПАРАМЕТРЫ ДИСКОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И ЗАДЕЛКИ СИДЕРАТОВ В ПОВЕРХНОСТНЫЙ СЛОЙ ПОЧВЫ

С.И. Бобков^{1*}

¹Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», Казахстан, г. Костанай

*E-mail: sergbobkov@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос о необходимости повышения плодородия почвы за счет использования пожнивных остатков и сидератов.

Сидераты обогащают почву органическим веществом, которое является важнейшим источником азота. Они также повышают связность песчаных и супесчаных почв, а тяжелые глинистые почвы делают более рыхлыми. Кроме того, сидераты в отличие от навоза обходятся дешевле, их не надо транспортировать на поле, и они не содержат такого количества семян сорняков, как это свойственно навозу.

Представлен выбор параметров дисковых рабочих органов, обеспечивающих качество выполнения технологического процесса обработки почвы, измельчения и заделки растительных остатков в её поверхностный слой.

На основании проведенного анализа научно-технической литературы и ранее проведенных экспериментальных исследований установлены основные параметры дисковых рабочих органов, применение которых возможно при измельчении и заделки сидератов.

Предварительные лабораторно-полевые испытания показали, что использование дисковых рабочих органов с выбранными параметрами позволяет качественно измельчать и заделывать растительные (пожнивные) остатки и сидераты в поверхностных слой почвы.

Ключевые слова: органическое земледелие, плодородие почвы, мульчирующий слой, измельчение сидератов, дисковые рабочие органы.

PARAMETERS OF THE DISC WORKING PART FOR CRUSHING AND SEEDING GREEN MANURE IN THE SURFACE SOIL LAYER

Bobkov S. I.^{1*}

¹ Kostanai branch LLP «Research and production center of agroengineering» Kazakhstan, Kostanai.

* E-mail: sergbobkov@mail.ru

Abstract. The article discusses the need to improve soil fertility through the use of crop residues and green manure.

Siderata enrich the soil with organic matter, which is the most important source of nitrogen. They also increase the cohesion of sandy and sandy loam soils, while heavy clay soils make it looser. In addition, green manure is cheaper than manure, does not need to be transported to the field, and does not contain as many weed seeds as manure does.

The choice of the parameters of the disk working bodies, ensuring the quality of the technological process of soil cultivation, crushing and embedding of plant residues into its surface layer, is presented.

On the basis of the analysis of scientific and technical literature and early experimental studies, the main parameters of the disk working bodies have been established, the use of which is possible when grinding and embedding green manure.

Preliminary laboratory-field tests have shown that the use of disc working bodies with the selected parameters makes it possible to qualitatively grind and embed plant (crop) residues and green manure in the surface layer of the soil.

Keywords: organic farming, soil fertility, layer of mulch, shredding green manure, disc working part.

Постановка проблемы (Introduction)

Внесение органических удобрений (навоза, компостов и т.д.) значительно способствует улучшению агрономических показателей почвы. Эффективность применения навоза, как органического удобрения определяется его составом и качеством, условиями хранения и способами применения. Состав навоза в свою очередь зависит от вида животных, количества и качества потребляемого корма и подстилки. Чем богаче корм белками, тем больше будет в навозе азота. Однако применение навоза является довольно энергозатратным приемом, альтернативой которому может служить биологизация и экологизация земледелия. В настоящее время все большее распространение получает использование "зелёных удобрений", т.е. пожнивных остатков, растений-сидератов, которые успешно заменяют навоз, компост и минеральные удобрения [1, 2]. В целом зеленое удобрение – это заделка в почву еще неотмерших зеленых, сочных растений, богатых сахарами, крахмалом, белком и азотом, а также корней растений, еще функционирующих ко времени обработки почвы, с присущим только им составом элементов питания, ферментов и микроорганизмов почвы, участвующих в его разложении [3].

Сидераты обогащают почву органическим веществом, которое является важнейшим источником азота. Они также повышают связность песчаных и супесчаных почв, а тяжелые глинистые почвы делают более рыхлыми. Кроме того, сидераты в отличие от навоза обходятся дешевле, их не надо транспортировать на поле и они не содержат такого количества семян сорняков, как это свойственно навозу. В этой связи необходимо рационально подобрать рабочие органы, которые будут устанавливаться на орудия и обеспечивать качественную заделку сидератов в поверхностный слой почвы.

Методология и методы исследования (Methods)

Цель исследований – обосновать (выбрать) основные параметры рабочего органа, обеспечивающие качество выполнения технологического процесса измельчения и заделки сидератов в поверхностный слой почвы.

При проведении исследований использовались теоретические методы, основанные на анализе научно-технической литературы и проведенных экспериментальных исследований, применении основных положений земледельческой механики, теории сельскохозяйственных машин и методов измерений, регламентируемых нормативной документацией.

Результаты (Results)

В настоящее время для заделки пожнивных остатков и сидератов в почву используют различные орудия, например культиваторы, дисковые бороны, комбинированные орудия для поверхностной и основной обработок почвы производства стран дальнего и ближнего зарубежья. При этом дисковые рабочие органы наиболее часто применяются для заделки сидератов и пожнивных остатков в поверхностный слой почвы. В сравнении с поступательно движущимися рабочими органами (универсальными стрелчатými лапами, лапами плоскорезов-глубококорыхлителей) меньше подвержены забиванию растительными остатками, сорняками, соломой.

Дисковые орудия снабжаются гладкими сферическими дисками со сплошным или вырезным лезвием, дисками конической формы и сферическими с гофрированной поверхностью [4,5].

Сравнительный анализ гладких и вырезных дисков на основе данных научно-технических источников позволяет сделать вывод, что вырезные диски имеют ряд преимуществ:

- вырезной диск легче заглубляется в почву;
- имеет большую степень зацепления с дном борозды;
- конструктивные вырезы позволяют избежать протаскивания и скольжения растительных остатков по поверхности поля впереди диска;
- вырезной диск позволяет захватывать и фиксировать стебли растительных остатков для лучшего перерезания [6,7] в соответствии с рисунком 1.

На технологические показатели, такие как заглубляемость, измельчение, заделка растительных остатков и качество крошения, кроме формы диска влияют следующие технологические параметры, D_2 – диаметр диска и r – радиус кривизны диска, представленные на рисунке 2, и параметры установки диска, α – угол атаки и β – угол отклонения от вертикали, представленные на рисунке 3.

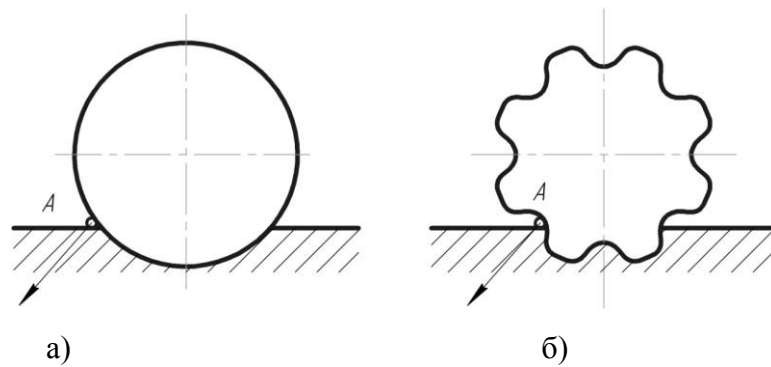
Диаметр диска и радиус кривизны связаны следующей зависимостью [8,9]:

$$D_2 = r \sin \varphi, \quad (1)$$

где D_2 – диаметр диска;

r – радиус кривизны диска;

φ – половина угла диаметрального сечения диска.



а) – сферический диск; б) – вырезной диск

Рисунок 1 – Схема воздействия лезвия диска на стебель А

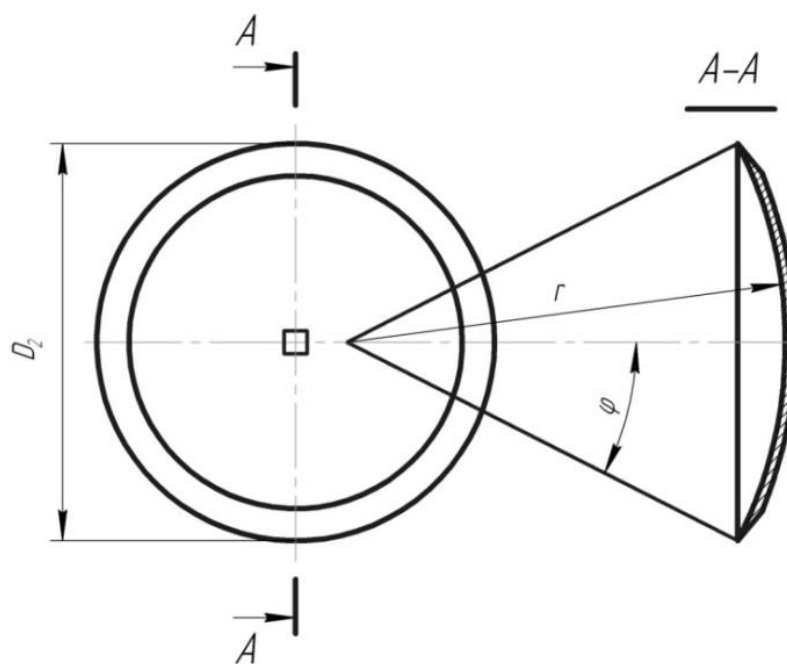


Рисунок 2 – Элементы геометрии сферического диска

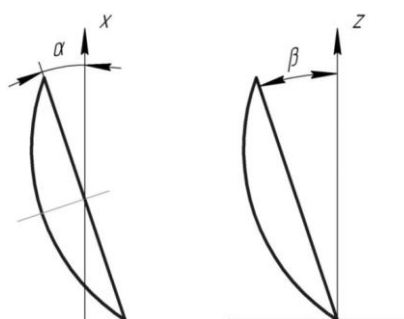


Рисунок 3 – Углы наклона диска

Радиус кривизны определяет оборачивающую и крошащую способности диска, чем меньше радиус кривизны, тем интенсивней оборачивается и крошится пласт почвы. В то же время при

увеличении диаметра диска происходит резкое возрастание вертикальной слагающей реакции почвы, что в свою очередь снижает заглубляемость в почву. Все параметры дисков стандартизированы и принимаются минимальным из допустимых условий. Установлено, что для обеспечения выполнения требуемых качеств работы дисковых рабочих органов рекомендуются следующие параметры: диаметр диска $D_2 = 560 \dots 660$ мм при $r = 660$ мм. [8,9].

Важным параметром дисковых рабочих органов является угол атаки. От угла атаки кроме степени крошения почвы также зависит степень перемешивания почвы и растительных остатков. Анализ проведенных исследований указывает на то, что для выполнения требуемого качества выполнения работ по заделке растительных остатков в поверхностный слой почвы необходимо принять угол атаки равным $\alpha = 18 \dots 20$ град. [5,8]. Кроме того, дисковые рабочие органы должны не только измельчать и заделывать растительные остатки, но и обеспечивать качество обработки почвы (крошение, гребнистость). В результате ранее проведенных нами исследований в КФ ТОО «НПЦ агроинженерии» разработан экспериментальный образец комбинированного орудия для обработки залежных земель, в конструктивно-технологическую схему которого входят два ряда вырезных дисков [10]. Производственные испытания экспериментального образца орудия показали, что установка двух рядов дисковых рабочих органов диаметром 660 мм под углом атаки 20 град. с междуследием b 300 мм (расстоянием между дисками в одном ряду), расстоянием между рядами дисковых рабочих органов 700 мм обеспечивает необходимое качество обработки (рисунки 4,5).

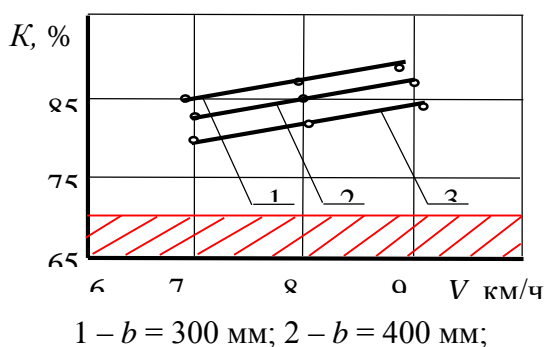


Рисунок 4 – Зависимость

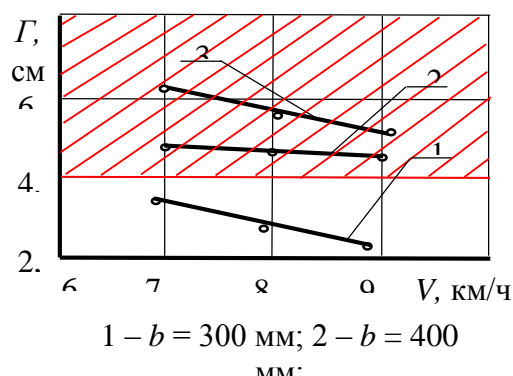


Рисунок 5 – Зависимость

При этом установлено, что требуемое по Нд качество крошения (почвенные фракции до 50 мм должны составлять не менее 70%) обеспечивается при всех вариантах междуследий b (рисунки 4). Наилучшее качество крошения наблюдается при установке междуследия 300 мм. Требуемое качество гребнистости (допускается высота гребней не более 4 см) обеспечивается при междуследии 300 мм – 3,2-2,5 см (рисунки 5) [10].

Хотя данное орудие не предназначено для заделки сидератов в почву, оно обеспечивает качество измельчения и заделку растительной массы в поверхностный слой почвы при обработке залежных земель. С учетом этого параметры дисковых рабочих органов и параметры их расстановки можно использовать для разработки орудия для заделки пожнивных остатков и сидератов в

поверхностный слой почвы для традиционной почвозащитной технологии и технологии органического земледелия.

Также необходимо учитывать угол β – угол отклонения диска от вертикали. Установлено, что недостатком вертикально стоящих дисков является деформация сдвига почвы, что в следствии почва поднимается на небольшую высоту и плохо перемешивается с растительными остатками. При этом угол отклонения от вертикали $\beta = 20$ град. способствует снижению тягового сопротивления и облегчает подъем пласта почвы для дальнейшего перемешивания его с растительными остатками, что в дальнейшем обеспечивает качественную заделку растительных остатков в почву [5,8,10].

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, на основании проведенного анализа научно-технической литературы и раннее проведенных экспериментальных исследований установлены основные параметры дисковых рабочих органов, применение которых возможно при измельчении и заделки сидератов.

Данные предварительных лабораторно-полевых испытаний показали, что использование дисковых рабочих органов с выбранными параметрами позволяет качественно измельчать и заделывать растительные (пожнивные) остатки и сидераты в поверхностных слой почвы.

Библиографический список

1 Бондаренко, А.М. и др. Перспективные ресурсосберегающие технологии производства и использования высококачественных органических удобрений / Бондаренко А.М., Качанов Л.С. // Научные труды V Международной научно-практической конференции «Дулатовские чтения 2013 года», 2013, Т.2, С.251-256.

2 Липкович, Э.И. и др. Органическая система земледелия / Э.И. Липкович, Л.П. Бельтюков, А.М. Бондаренко // Техника и оборудование для села, 2014, №8, С. 2-7.

3 Кант, Г. Зеленое удобрение / М.: Колос, 1982, 128 с.

4 Долгов, И.А. Сельскохозяйственные машины: теория, расчет, конструкция, использование // Зерноград, 2011, Том 5, 720 с.

5 Трубилин, Е. И. и др. Рабочие органы дисковых борон и луцильников / Е.И. Трубилин, К.А. Сохт, В.И. Коновалов, О.В. Данюкова // Научный журнал КубГАУ, 2013, №91, 192 с.

6 Синеоков, Г.Н. и др. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н.Синеоков, И.М. Панов // Москва: Машиностроение, 1977, 328 с.

7 Кленин, Н.И. и др. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакун // Москва: Колос,1980, 752 с.

8 Листопад, Г.Е. и др. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов, Б.Д. Зонов // М.: Агропромиздат, 1986, 688 с.

9 Турбин, Б.Г. и др. Сельскохозяйственные машины: теория и технологический расчет / Б.Г. Турбин, А.Б. Лурье, С.М. Григорьев, Э.М. Иванович, С.В. Мельников // Ленинград: Машиностроение,1967, 584 с.

10 Разработать экспериментальный образец орудия для обработки залежных земель к трактору класса 5: отчет о НИР (заключ.) № ГР 0109РК01104 / научн. рук.: Дерепаскин А.И., отв. исполн.: Бобков С.И. // Костанай: КФ ТОО «КазНИИМЭСХ, 2011, 214 с.

References

1 Bondarenko, A.M. and other. Perspective resource-saving technologies for the production and use of high-quality organic fertilizers / Bondarenko A.M., Kachanov L.S. // Scientific works of the V International Scientific and Practical Conference "Dulatov Readings 2013", 2013, Vol.2, P.251-256.

2 Lipkovich, E.I. and other. Organic farming system / E.I. Lipkovich, L.P. Beltyukov, A.M. Bondarenko // Technics and equipment for the village, 2014, No. 8, P. 2-7.

3 Kant, G. Green fertilizer / М.: Kolos, 1982, 128 p.

4 Dolgov, I.A. Agricultural machines: theory, calculation, design, use // Zernograd, 2011, Volume 5, 720 p.

5 Trubilin, E.I. and other. Working bodies of disc harrows and plowing machines / E.I. Trubilin, K.A. Sokht, V.I. Konovalov, O.V. Danyukova // Scientific journal of KubSAU, 2013, No. 91, 192 p.

6 Sineokov, G.N. and other. Theory and calculation of soil cultivation machines / G.N. Sineokov, I.M. Panov // Moscow: Mechanical Engineering, 1977, 328 p.

7 Klenin, N.I. and other. Agricultural and reclamation machines / N.I. Klenin, V.A. Sakun // Moscow: Kolos, 1980, 752 p.

8 Listopad, G.E. and other. Agricultural and reclamation machines / G.E. Listopad, G.K. Demidov, B.D. Zonov // М.: Agropromizdat, 1986, 688 p.

9 Turbin, B.G. and other. Agricultural machines: theory and technological calculation / B.G. Turbin, A.B. Lurie, S.M. Grigoriev, E.M. Ivanovich, S.V. Melnikov // Leningrad: Mechanical Engineering, 1967, 584 p.

10 To develop an experimental model of a tool for cultivating fallow lands for a tractor class 5: research report (conclusion) No. SR 0109RK01104 / scientific. hands: Derepaskin A.I., resp. executed.: Bobkov S.I. // Kostanay: KF LLP "KazNIIMESH, 2011, 214 p.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕАКЦИЮ ПШЕНИЦЫ НА ВНЕСЕНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

К.М. Потетня^{1*}, О.М. Вырова¹

¹ ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Россия, Екатеринбург.

* E-mail: gto992@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены такие нюансы в выращивании пшеницы как – отношение пшеничной культуры к почве и зависимость урожая, время, вид и способы внесения азотных удобрений, какие факторы влияют на урожайность и как ее можно увеличить.

Порой совсем не задумываешься, как много зависит от мелочей. В выращивании пшеничных культур очень много важных мелочей. Чтобы получить большой урожай нужно учесть состояние почвы, ее расположение относительно рельефа, климат, нужно подобрать правильные удобрения в правильных дозах и видах, вовремя их применить. Ведь от вида удобрения (гранулы или жидкость) зависит степень проникновения удобрения в почву, а так же скорость насыщения растения этим удобрением.

Ключевые слова: сельское хозяйство, пшеница, внесение азота, удобрение, жидкие удобрения, азот, реакция, аммонийная селитра, посев.

FACTORS AFFECTING THE REACTION OF WHEAT ON THE APPLICATION OF NITROGEN FERTILIZERS

К.М. Potetniya^{1*}, O. M. Vyrova¹

¹ FSBEI HE Ural SAU, Russia, Ekaterinburg.

* E-mail: gto992@mail.ru

Abstract. This article discusses such nuances in wheat cultivation as the ratio of wheat crops to the soil and the dependence of the crop, the time, type and methods of applying nitrogen fertilizers, which factors affect the yield and how it can be increased.

Sometimes you don't even think about how much depends on the little things. There are a lot of important details in growing wheat crops. To get a large crop, you need to take into account the state of the soil, its location relative to the terrain, the climate, you need to choose the right fertilizers in the right doses and types, and apply them in time. After all, the type of fertilizer (granules or liquid) depends on the degree of penetration of fertilizer into the soil, as well as the rate of saturation of the plant with this fertilizer.

Keywords: agriculture, wheat, nitrogen application, fertilizer, liquid fertilizers, nitrogen, reaction, ammonium nitrate, seeding.

Постановка проблемы (Introduction)

Использование внесенных азотных удобрений зависит от наличия азота в почве и потенциальных потерь внесенного азота. Различные другие агрономические факторы могут вызвать плохую реакцию на внесенный азот.

Сорта пшеницы с более высоким потенциалом урожайности будут реагировать на более высокие нормы вносимого азота, чем сорта с более низким потенциалом урожайности, при условии, что другие факторы не являются ограничивающими.

Доступный азот почвы во время посадки является одним из основных факторов, влияющих на реакцию растений на азотное удобрение. Почвы с низким содержанием доступного азота потребуют большего количества азотных удобрений.

Поздний посев обычно приводит к снижению потенциала урожайности и, следовательно, снижению реакции азотных удобрений из-за соотношения влаги и тепла. Кроме того, существует большой риск потери урожая из-за повышенного давления болезней, насекомых, Морозов и плохих условий сбора урожая.

Сорняки конкурируют с растениями пшеницы за влажность, питательные вещества и свет. Внесенные азотные удобрения могут стимулировать рост проростков сорняков почти в той же степени, что и пшеницу. Поэтому важно контролировать сорняки, чтобы свести к минимуму конкуренцию между сорняками и растениями пшеницы. Бандажное удобрение или внесение удобрений в семена делают их менее доступными для сорняков в начале вегетационного периода. Однако, если внесено слишком много удобрений, повреждение саженца уменьшит всхожесть, что приведет к усилению конкуренции со стороны сорняков.[1]

Хорошо питающиеся, здоровые растения обеспечивают определенную устойчивость ко многим болезнетворным организмам. Недостаточно взращенные растения пшеницы, по-видимому, **предрасположены к определенным заболеваниям**, таким как общий корень. Общая корневая гниль уменьшается, когда растения пшеницы поглощают аммонийный азот, и увеличивается, когда растения поглощают чрезмерное количество нитратного азота.

В зонах с меньшим количеством осадков необходимо учитывать запасы влаги в почве при выборе норм удобрений. На почвах со средней текстурой (суглинок) в зонах коричневой и темно-коричневой почвы влажная почва на глубину 75 см и 68 см соответственно считается подходящей для повторной обработки стерни. На мелкозернистых (глинистых) почвах в зонах коричневой и темно-коричневой почвы влажная почва глубиной 55 см и 50 см соответственно, считается подходящей для повторного посева. Когда влажность почвы превышает эти уровни, более высокий уровень азота обычно дает экономическую отдачу. Если вся зона укоренения (90–120 см) влажная, можно использовать нормы внесения в два раза больше, чем обычно рекомендуется.

Риск повреждения или гибели урожая выше на плохо дренированных или подверженных наводнениям полях. На этих полях рекомендуется применять меньшее количество азотных удобрений, если невозможно обеспечить адекватный дренаж. Хотя хорошо удобренные культуры обычно выдерживают больше воды, если вода стоит более 2 или 3 дней, вызывая условия насыщения, это может привести к значительному повреждению посевов или полной гибели.[2]

Крупнозернистые почвы с уровнем грунтовых вод глубже 1,2–1,8 м ниже поверхности часто бывают засушливыми. Потенциал урожайности в значительной степени ограничен недостатком влаги. Для этих почв обычно не рекомендуются высокие дозы азотных удобрений.

Методология и методы исследования (Methods)

Азот из удобрений, содержащих аммиак или мочевины, может испаряться в виде газообразного аммиака в атмосферу. Испарение аммиака увеличивается с увеличением рН почвы, содержания карбонатов в почве и рН добавленного удобрения. Эти типы потерь намного больше с мочевиной (46-0-0), чем с аммиачно-нитратными удобрениями (34-0-0) и сульфатом аммония (21-0-0-24).

Потери больше в щелочных (с высоким рН) почвах, чем в кислых почвах. И выше в сухих по сравнению с влажными почвенными условиями.

Потери от песчаных почв обычно выше, чем от более тяжелых фактурных почв, и больше при высоких температурах, чем при низких температурах. Наибольшие потери летучих веществ могут произойти там, где достаточно влаги, чтобы внести удобрение в раствор, но недостаточно, чтобы переместить его в почву, а затем в жарких, сухих ветреных условиях. Потери из-за испарения аммиака могут быть устранены или значительно уменьшены, если удобрение связано или хорошо включено в почву.

Аммонийная (NH_4^+) форма азота может временно удерживаться некоторыми глинистыми минералами. Большая часть этого азота может быть использована растениями в определенное время в течение вегетационного периода. Фиксация аммония обычно не считается основным фактором, снижающим доступность азота в удобрениях.

Азотные удобрения могут теряться со сточными водами и из-за эрозии почвы, вызванной ветром или водой. Потери стока внесенных удобрений можно уменьшить, внося удобрения в почву. Для минимизации потерь азота следует использовать культурные методы борьбы с ветровой и водной эрозией. Как правило, не рекомендуется вносить удобрения в мерзлые почвы.[4,5]

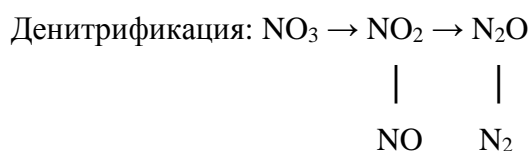
Под выщелачиванием понимается перемещение нитратного азота в почвенном растворе через корневую зону и из нее. Когда происходит выщелачивание, азот теряется из корневой зоны, тем самым снижая использование азота растениями пшеницы. Эти природные потери минимальны зимой и в период вегетации. Однако вымывание нитратов может происходить поздней осенью или ранней весной, особенно на песчаных или орошаемых почвах. Выщелачивание также может стать серьезной проблемой на летних землях. Как правило, выщелачивание нитратов представляет собой

менее серьезную проблему в глинистых почвах. Потери азота при выщелачивании весной, близком к посеву, на большинстве почв минимальны. Потери от выщелачивания также сокращаются за счет внесения в почву аммиачных удобрений.

Иммобилизация означает преобразование доступного для растений азота в органический азот почвенными микроорганизмами. Этот азот не теряется, но временно связывается и медленно высвобождается для использования в сельскохозяйственных культурах за счет минерализации. Важно помнить, что почвенные микробы конкурируют с растущими культурами за внесенные азотные удобрения, что может привести к снижению роста сельскохозяйственных культур.

Иммобилизация аммонийного азота несколько больше, чем иммобилизация нитратного азота. Значительное количество неорганического азота удаляется иммобилизацией (от 20 до 40%) из доступной формы. Более высокая иммобилизация азота в поверхностном слое почвы при минимальной и нулевой обработке почвы может снизить доступный азот для сельскохозяйственных культур в начале вегетационного периода. Кольцевание азота эффективно для уменьшения потерь азота за счет фиксации.

Этот процесс приводит к восстановлению нитратного азота до азотистых газов, таких как азот (N₂) и закись азота, которые теряются в атмосферу. Значительное количество нитратного азота может быть потеряно в результате денитрификации, когда почвы временно влажные (ранней весной или после сильных дождей). Это связано с тем, что микроорганизмы, которые превращают нитраты в азотсодержащий газ, оптимально работают в условиях высокой влажности или насыщенной почвы.



Районы, которые имеют тенденцию быть насыщенными в течение продолжительных периодов весной, являются наиболее подверженными значительным потерям при денитрификации. По этой причине азотные удобрения не следует вносить осенью в районы, подверженные насыщенным почвенным условиям весной, или на низинные земли, подверженные затоплению. Из-за возможных потерь при денитрификации обычно рекомендуется, чтобы азот, вносимый осенью, был связан в аммонийной форме и вносился как можно позже, когда почва холодная, чтобы азот оставался в аммонийной форме. Потери при денитрификации не происходят, пока азот удобрений присутствует в форме аммония. На полях летом доступный азот присутствует в нитратной форме, и поэтому весьма уязвим для потерь в условиях избыточной влажности.

Результаты (Results)

Способ и время внесения азотных удобрений могут иметь значительное влияние на эффективность азотных удобрений за счет увеличения урожайности и / или белка. Способы нанесения включают:

1. Бурение с семенами
2. Размещение боковой полосы
3. Бандажирование в почву перед посевом
4. Распространение и внесение в почву
5. Удобрение для очагов или гнезд
6. Некорневая подкормка

Существует ряд факторов, которые будут влиять на степень реакции пшеницы на азотные удобрения и их внесение. Они включают:

1. Норма внесения удобрений - чем выше норма, тем меньше будет влияние внесения удобрений.
2. Уровни испытания грунта - чем выше уровень испытания грунта, тем меньше будет ударное воздействие.
3. Чем выше количество осадков, тем меньше влияние оказывает размещение.
4. Аммиачная селитра менее чувствительна к внесению, чем удобрения на основе мочевины. Безводный аммиак (NH_3) должен быть перевязан.
5. Севооборот - чередование зернобобовых культур с зерновыми может снизить влияние размещения. [3]

Вносить азот с посевным материалом - это один из наиболее эффективных способов внесения азотных удобрений. Безопасные нормы внесения азотных удобрений, которые могут быть внесены в семена, представлены в таблице ниже. Если условия влажности посевного ложа благоприятны, с семенами можно внести до 45 кг N/га. Более 20 кг N/га при внесении двухдисковой сеялкой может вызвать повреждение рассады и снизить урожай. Более высокие нормы мочевины можно использовать с сеялкой и удобрения в более широкой полосе. Многие пневматические сеялки способны создавать полосу шириной 10 – 20 сантиметров.

Расположение боковой полосы азота равно по эффективности азоту, внесенному с семенами, однако его преимущество состоит в том, что можно использовать большее количество семян. Крепления для бокового бандажа доступны только на некоторых типах пневматических сеялок и оборудования для прямого посева. Следовательно, этот тип внесения азота имеет ограничения для удобрения яровой пшеницы. В последние годы была разработана форма боковой обвязки - система парных рядов, при которой удобрения вносятся между двумя семенными рядами. Некоторые пневматические сеялки могут быть адаптированы для этой цели. Преимущество бокового окаймления состоит в том, что удобрения доступны наиболее избирательно, благоприятствуя урожаю больше, чем сорнякам.

Внесение азота в почву перед посевом примерно равно эффективности бокового бандажирования или посеву семян. Азотные удобрения вносятся полосой за хвостовиком или диском на глубину от 7,5 до 10 см. Как правило, посев можно производить сразу после внесения

удобрений. Раньше рекомендовалось отложить посев на два дня после удобрения безводным аммиаком (NH_3). Однако во многих почвах, если NH_3 находится на расстоянии 5-7,5 см от семян, NH_3 можно вносить во время посева. Повреждение семян NH_3 наиболее вероятно в засушливых условиях на песчаных почвах при недостаточном отделении от семян. Азотные удобрения следует вносить глубже в песчаные почвы, чем в суглинки или тяжелые почвы. Узкое расстояние между полосами от 25 до 30 см лучше, чем более широкое расстояние, особенно в условиях низкой влажности. Исследования показали, что при низкой влажности почвы, в прохладных весенних условиях более узкие междурядья более эффективны для минимизации временного или продолжительного сезонного дефицита азота. [6]

Как правило, этот метод внедрения в почву не приводит к увеличению урожайности и / или белка столь же значительно, как при размещении полос. Чтобы свести к минимуму потери от испарения, мочевины и жидкие или сухие удобрения, содержащие мочевины, следует хорошо заложить в почву. Неглубокое внесение этих удобрений может привести к испарению аммиака. В случаях, когда заделка нежелательна по причинам, связанным с влажностью или сохранением почвы, потери сокращаются путем внесения удобрений при температуре почвы ниже 5°C или внесения удобрений из нитрата аммония, которые не подвержены потерям при испарении.

В ходе исследования обнаружилось, что внесение мочевины осенью путем размещения гнезда с использованием гранул мочевины весом 2 г, помещенных в почву рядами на расстоянии 45 см с интервалом 40 см, что привело к увеличению урожайности примерно до 90% от урожайности, полученной с весенним внесением азота. Как и в случае с широкими полосами, широко расположенные гнезда могут ограничивать доступность удобрений для сельскохозяйственных культур, особенно в условиях сухой или прохладной почвы. [8]

Азот в жидкой форме применялся на листе, перед этапом мягкого теста с некоторым успехом для увеличения содержания белка в пшенице. Внесение обычно составляет от 7 до 15 кг / га N. Нормы содержания азота выше 20 кг / га могут потенциально вызвать ожог тканей, что может привести к повреждению урожая.

Относительная эффективность азотных удобрений в зависимости от времени внесения и метода внесения сильно варьируется из года в год из-за условий окружающей среды. Обычно азот, вносимый весной при посеве более эффективен для увеличения урожайности пшеницы и / или содержания белка, чем добавление азота осенью. Однако бывают исключения. В засушливых районах, где качество семенного ложа и сохранение влажности являются серьезной проблемой, весеннее внесение имеет недостаток, заключающийся в том, что почва глубоко обрабатывается и приводит к потере влажности почвы. Исследования показали, что в засушливых районах, таких как зоны коричневой и темно-коричневой почвы, нет большой разницы между осенним и весенним внесением безводного аммиака. Исследования с нитратом аммония (34-0-0) показали, что потери нитрата из-за денитрификации и иммобилизации в разлагающихся растительных остатках

значительны в почвах. Следовательно, исследования показали, что в годы благоприятной влажности урожайность азота мочевины с весенним внесением, как правило, была выше, чем с азотом с глубокими полосами, чем с азотом для распыления. Однако в засушливые годы урожайность пшеницы не зависела от азотных удобрений или применяемых методов внесения удобрений. Общие относительные рейтинги доходности для весеннего диапазона, осеннего диапазона, весеннего вещания и осеннего вещания составляли 100, 95, 94 и 91% соответственно. В засушливые годы осенняя раздача мочевины принесла наибольшую прибыль в основном из-за более низких затрат на рассылку по сравнению с ленточным удобрением. В годы с благоприятным уровнем влажности разница в чистой прибыли между системами управления удобрениями была незначительной. Внесение удобрений осенью часто может быть выгодным, поскольку снижает потребность в рабочей силе и может повысить своевременность весенних операций. Как правило, осенью цены на удобрения ниже, поэтому целесообразно рассмотреть возможность внесения удобрений осенью.

Благодаря разработке нового оборудования для прямого посева, которое позволяет производить посев и внесение удобрений за один проход, это поможет свести к минимуму временные факторы при весеннем внесении удобрений.

Исследования показали, что в засушливых условиях, которые чаще всего встречаются на коричневых, темно-коричневых и некоторых деградированных почвах, осенняя рассыпка азота может быть на 75-100% эффективнее, чем азотная распыление мочевины весной года, а осеннее внесение азота с помощью банджа на 90-105% эффективнее, чем весеннее бандажирование. Если почва весной очень сухая, обработка почвы, связанная с глубокой обвязкой, может еще больше высушить почву, что сделает ее значительно менее эффективной, чем осеннее бандажирование, из-за потери влаги в почве. [7]

Когда почва очень влажная и даже насыщенная в течение нескольких недель весной, азот, внесенный в осеннюю разводку, может составлять 20% или меньше, что не менее эффективно, чем весенний азот. В этих условиях азот с осенними полосами может быть на 75-85% эффективнее, чем с весенними полосами.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Как мы можем наблюдать из этой статьи, внесение азотного удобрения осенью гораздо выгоднее с разных сторон – экономической и практической. Благодаря разным исследованиям, можно сразу учесть все нюансы в выращивании пшеничных культур и получить если не большой урожай, то достаточный.

Библиографический список

1. Потетня К.М. Обзор целесообразности применения рабочих органов с одновременным внесением различных составов удобрений // В сборнике: Системная интеграция научных

знаний. Сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященной дню инженера-механика. 2020. С. 126-128.

2. Садов А.А., Потетня К.М., Устюгов А.Д., Носков А.И. Проект дистанционного комплекса измерения почвенных показателей как инструмент цифровизации сельского хозяйства // Научно-технический вестник технические системы в АПК. 2020. № 2 (7). С. 45-51.

3. Новопашин Л.А., Александров В.А., Садов А.А., Потетня К.М., Жарков В.А. Основные системы технического обслуживания и восстановление техоборудования птицеводства // В сборнике: Инженерно-технические решения сборник студенческих технических решений. 2019. С. 147-148.

4. Садов А.А., Потетня К.М., Носков А.И. Проект роторной гидропонной установки с автоматизированным процессом выращивания культур // Научно-технический вестник технические системы в АПК. 2019. № 3 (3). С. 39-45.

5. Потетня К.М., Садов А.А., Вырова О.М., Панков Ю.В. Роль и виды удобрений в сельском хозяйстве // Научно-технический вестник технические системы в АПК. 2019. № 5 (5). С. 25-33.

6. Новопашин Л.А., Денежко Л.В., Панков Ю.В., Потетня К.М., Садов А.А., Минухин Л.А. Совершенствование методов диагностики сельскохозяйственной техники // Аграрное образование и наука. 2018. № 2. С. 17.

7. Садов А.А., Шорохов П.Н., Юсупов М.Л., Зеленин А.Н. Возможность использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве для проведения анализов полей // В книге: Институциональные преобразования АПК России в условиях глобальных вызовов. Сборник тезисов по материалам III Международной конференции. Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. 2019. С. 104.

8. Голдина И.И. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы / Иовлев Г. А. - Текст: электронный // Научно-технический вестник Технические системы в АПК. - №1 (6) 2020г. - с.21-27. - URL: <https://www.texvestnik.ru/kopiya-ntvtsvapk-2019-3> (дата обращения: 10.12.2020)

References

1. Potetnya K.M. Review of the feasibility of using working bodies with the simultaneous introduction of different compositions of fertilizers // In the collection: System integration of scientific knowledge. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the Day of Mechanical Engineer. 2020.S. 126-128.

2. Sadov A.A., Potetnya K.M., Ustyugov A.D., Noskov A.I. Project of a remote complex for measuring soil indicators as a tool for digitalization of agriculture // Scientific and technical bulletin of technical systems in the agro-industrial complex. 2020. No. 2 (7). S. 45-51.

3. Novopashin L.A., Alexandrov V.A., Sadov A.A., Potetnya K.M., Zharkov V.A. Main maintenance systems and restoration of technical equipment for poultry farming // In the collection: Engineering solutions, a collection of student technical solutions. 2019.S. 147-148.

4. Sadov A.A., Potetnya K.M., Noskov A.I. The project of a rotary hydroponic plant with an automated process of growing crops // Scientific and technical bulletin of technical systems in the agro-industrial complex. 2019. No. 3 (3). S. 39-45.
5. Potetnya KM, Sadov AA, Vyrova OM, Pankov Yu.V. The role and types of fertilizers in agriculture // Scientific and technical bulletin of technical systems in the agro-industrial complex. 2019. No. 5 (5). S. 25-33.
6. Novopashin L.A., Denezhko L.V., Pankov Yu.V., Potetnya K.M., Sadov A.A., Minukhin L.A. Improvement of diagnostic methods for agricultural machinery // Agrarian education and science. 2018.No. 2.P. 17.
7. Sadov A.A., Shorokhov P.N., Yusupov M.L., Zelenin A.N. The possibility of using unmanned aerial vehicles in agriculture to conduct field analyzes // In the book: Institutional transformations of the agro-industrial complex of Russia in the context of global challenges. Collection of abstracts based on the materials of the III International conference. Resp. for the release of A.G. Koshaev. 2019.S. 104.
8. Goldina I.I. Digital agriculture: state and prospects / Iovlev G.A. - Text: electronic // Scientific and technical bulletin Technical systems in the agro-industrial complex. - No. 1 (6) 2020 - p.21-27. - URL: <https://www.texvestnik.ru/kopiya-ntvtsvapk-2019-3> (date accessed: 10.12.2020)

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ЧЕРЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МТС

Б. А. Воронин^{1*}, М. Л. Юсупов¹, Я. В. Воронина¹, Л. А. Новопашин¹

¹ ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Россия, Екатеринбург.

* E-mail: voroninba@ya.ru

Аннотация. Машинно-тракторные станции (МТС) для сельского хозяйства выполняли важную задачу механизации производства сельскохозяйственной продукции. МТС в российском сельском хозяйстве появились в XX веке и их задачей было обслуживание совхозов и колхозов. Отдельные учёные высказывают мнение, что прообразами машинно-тракторных станций можно считать прокатные пункты, которые были распространены в России ещё до революции 1917 года [1]. Первая машинно-тракторная станция в СССР была образована на базе тракторной колонны совхоза им. Шевченко, Одесской области в 1928 году. Массовое создание МТС началось после принятия постановления Совета труда и обороны от 5 июня 1929 г. «Об организации машинно-тракторных станций» [2]. На XVI конференции ВКП(б) (1929г.) было признано, что создание МТС является одной из главных форм производственной стычки с крестьянством. Широкое развитие в стране МТС получили с 1929 года.

Ключевые слова: машинно-тракторная станция, крестьянское хозяйство, история, агропромышленный комплекс, правовые отношения.

TO THE QUESTION OF AGRICULTURE MECHANIZATION THROUGH THE USE OF MTS

B. A. Voronin^{1*}, M. L. Yusupov¹, Ya.V. Voronina¹, L. A. Novopashin¹

¹ FSBEI HE Ural SAU, Russia, Ekaterinburg.

* E-mail: voroninba@ya.ru

Abstract. Machine-tractor stations (MTS) for agriculture performed an important task of mechanizing the manufacturing of agricultural products. MTS in Russian agriculture appeared in the XX century and their task was to serve state and collective farms. Some scholars express the opinion that rental points, which were common in Russia even before the 1917 revolution, can be considered the prototypes of machine-tractor stations [1]. The first machine-tractor station in the USSR was formed on the basis of the tractor column of the state farm for them. Shevchenko, Odessa region in 1928. The massive creation of MTS began after the adoption of the resolution of the Council of Labor and Defense of June 5, 1929 "On

the organization of machine and tractor stations [2]. At the XVI Conference of the CPSU (b) (1929) it was recognized that the creation of the MTS is one of the main forms of production clashes with the peasantry. MTS has been widely developed in the country since 1929.

Keywords: machine-tractor station, agro-industrial complex, history, peasant farm, legal relationship

Методология и методы исследования (Methods)

Методы исследования: исторический, анализа, экономико-правовой, социологический.

Результаты (Results)

В 1929 годы было организовано 102 МТС, в 1930г. – 158, в 1932г. – 2446, 1937г. – 5818, 1938г. – 6350, 1940г. – 7069. Благодаря МТС миллионы крестьян впервые получили возможность использовать на своих полях машинную технику, которая облегчала их труд, повысила производительность труда. Организация МТС сыграла роль и в ускорении темпов сплошной коллективизации крестьянства. Если в 1930г. в колхозах было объединено 23,6% крестьянских дворов, то к 1937г. – 93%. Основным производственным звеном в МТС являлась постоянная тракторная бригада, которая выполняла различные работы в колхозах. За каждой бригадой закреплялись тракторы, различные сельхозмашины. Трактористам и другим рабочим тракторных бригад МТС за работу в колхозах начислялись трудодни в зависимости от количества и качества произведённой работы и выполнения планового задания по урожайности. За каждый трудодень трактористы, бригадиры тракторных бригад и их помощники получали денежную оплату. Производилась также натуральная оплата зерном [3].

Система МТС во второй половине 50-х годов включала в себя 8100 предприятий, на обслуживании у которых трудились более 2 млн. человек [4].

Партия и правительство уделяли особое внимание развитию МТС.

Во-первых, это решения Пленума ЦК КПСС (сентябрь 1953 г.), в которых было уделено большое внимание МТС. Они названы «решающей силой в сельскохозяйственном производстве». К их дальнейшему развитию и укрупнению и призывал Пленум. Предполагалось направить работников из других отраслей народного хозяйства, из городов на должности директоров МТС и главных инженеров, а также «повести разъяснительную работу среди трактористов и других кадров механизаторов, ушедших из МТС на работу в промышленные предприятия, на строительство, в другие организации, и обратиться к ним с призывом вернуться в МТС, имея в виду, что теперь, когда трактористы будут находиться в штате МТС и получать высокую гарантированную оплату, многие бывшие механизаторы охотно пойдут на работу в машинно-тракторные станции[5].

В Постановлении мартовского (1954 г.) Пленума ЦК КПСС, на котором обсуждался вопрос об освоении целинных и залежных земель, вновь ставился вопрос о том, что основное внимание в дальнейшем со стороны государства должно уделяться кадровому оснащению МТС. Отмечалось,

что за время, прошедшее между сентябрьским (1953 г.) и мартовским (1954 г.) Пленумами ЦК было зачислено в штаты МТС 1 млн. 250 тыс. трактористов, бригадиров и других работников. Из иных отраслей народного хозяйства вернулось в МТС 50 тыс. механизаторов, ранее работавших в них. Более 100 тыс. агрономов и зоотехников пришли в МТС. на руководящие должности (директорами, главными инженерами, заведующими мастерскими) прибыли по путёвкам партийных комитетов 23 тыс. инженеров и техников [6].

В январе 1955 г. на Пленуме ЦК принимается постановление о развитии животноводства. В данном документе говорилось о том, что главная роль в механизации производственных процессов на животноводческих фермах должна отводиться МТС, а Министерство сельского хозяйства должно было разработать и осуществить систему мероприятий по осуществлению работы между колхозами и МТС при установке и эксплуатации машин и механизмов на животноводческих фермах.

Директивы XX съезда КПСС (февраль 1956 г.) содержат новые указания на развитие МТС: в них содержатся требования укрепления кадрами и оснащения новой техникой, а также указания на перевод МТС на хозрасчет. Постановлением ЦК и Правительства от 6 марта 1958 г. возлагаются большие задачи на МТС. 31 марта 1958 г. Верховный Совет СССР принял Закон «О дальнейшем укреплении колхозного строя и реорганизации машинно-тракторных станций» [7]. Согласно данному закону сельскохозяйственная техника МТС продавалась колхозам и совхозам, а МТС постепенно реорганизовывались в ремонтно-технические станции.

В дальнейшем Пленум ЦК КПСС в марте 1962 г. обратил внимание на необходимость усиления механизации сельскохозяйственного производства как одного из главных условий повсеместного перехода к интенсивной системе земледелия и резкого повышения производительности труда. В области механизации общественного хозяйства колхозы получали помощь от предприятий и организаций государственного сектора. Одними из таких предприятий являлись районные (межрайонные) отделения «Сельхозтехники». В обязанности отделения «Сельхозтехники» вменялось обеспечение колхозов правильным техническим обслуживанием и производством ремонта машин, а также механизацию животноводческих ферм и трудоёмких работ, внедрение индустриальных методов ремонта машин и оборудования и новых форм технического обслуживания машинно-тракторного парка.

Договорные отношения колхозов с отделениями «Сельхозтехники» по ремонту машин, их прокату и по выполнению специализированных работ до начала 1962 года регулировались утверждёнными в 1958 году Советами Министров союзных республик, Положениями о порядке и условиях приемки ремонтно-техническими станциями машин на ремонт и выдачи их из ремонта, порядке расчётов колхозов с РТС за ремонт машин, порядке использования техники РТС, условиях расчётов за специализированные работы, выполняемые РТС, а также условиях предоставления колхозам и другим хозяйствам машин на прокат[8]. В соответствии с этими Положениями

министерствами сельского хозяйства республик были разработаны и утверждены соответствующие примерные и типовые договоры на выполнение ремонтных, специализированных работ и прокат машин.

Постановление Совета Министров СССР от 30 ноября 1961 г. «О мерах по улучшению использования и ремонта машинно-тракторного парка колхозов и совхозов» [9] обосновало предложение провести в хозяйственную практику ряд важнейших мероприятий по улучшению использования машинно-тракторного парка, по упорядочению списания техники. Было утверждено Положение о государственном техническом инспекторе районного (межрайонного) отделения «Сельхозтехники» и создано Всесоюзное объединение «Союзсельхозтехника». 21 февраля 1962 г. был разработан и утверждён по согласованию с Министерством финансов СССР и Государственным арбитражем при Совете Министров СССР Типовой договор на выполнение ремонтных и других работ, выполняемых отделениями «Сельхозтехники» для колхозов, совхозов и других организаций. При этом Совет министров особо подчеркнул, что в Типовом договоре должны быть предусмотрены гарантийные сроки ремонта и ответственность сторон за нарушение договорных обязательств [10].

Согласно требованиям типового договора, заказчик сдаёт, а отделением «Сельхозтехники» выполняет для него определённые работы и услуги. Таким образом, взаимоотношения между колхозом и отделением «Сельхозтехники» строятся по принципу договора подряда. Типовой договор предусматривал пять основных видов работы, выполняемых отделением «Сельхозтехники» для заказчика:

- работы по ремонту тракторов, автомобилей, комбайнов, самоходных и других сложных машин, их агрегатов и узлов, стационарных двигателей, сложного оборудования животноводческих ферм, металлорежущих станков и другого производственного оборудования;
- мелиоративные, землеройные, дорожные и другие механизированные работы;
- работы по добыче торфа, известняка, фосфоритов и приготовлению органоминеральных и других удобрений;
- слесарно-монтажные работы по монтажу агрегатов, установок и оборудования для механизации животноводческих ферм, и других объектов;
- работы по перевозке грузов.

В современной России машинно-технологические станции функционировали на основании следующих правовых актов. Постановление Правительства Российской Федерации № 723 от 21 июня 1996 года «О мерах по стабилизации экономического положения и развитию реформ в агропромышленном комплексе» [11]. Пункт 4 абзаца 2 содержит указание, что Министерству сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации, Министерству экономики Российской Федерации, Министерству финансов Российской Федерации и органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации в целях реализации основных направлений

государственной политики в области реформирования агропромышленного комплекса осуществить в 1996–1998 г годах меры по оснащению крестьянских (фермерских) хозяйств техникой, имея в виду, что на каждые 50 гектаров пашни предусматривается один пропашной трактор и на 100 гектаров – пахотный трактор с необходимым набором сельскохозяйственных машин, на 150 гектаров посевов зерновых и масличных культур – зерноуборочный комбайн и грузовой автомобиль. Для улучшения обслуживания крестьянских (фермерских) хозяйств развивать сеть машинно-технологических станций и прокатных пунктов машин и оборудования различных форм собственности.

Президент Российской Федерации 10 сентября 1996 года издаёт указ за № 1341 «О мерах по развитию сети машинно-технологических станций для обслуживания сельскохозяйственных товаропроизводителей» [12], в котором Федеральным органам исполнительной власти и органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации предписывается оказывать содействие в создании новых машинно-технологических станций для обслуживания сельскохозяйственных товаропроизводителей. Во исполнение данного указа было принято Постановление Правительства Российской Федерации № 127 от 4 февраля 1997 г. «О мерах по развитию сети машинно-технологических станций для обслуживания сельскохозяйственных производителей» [13]. П.1 данного постановления указывает Министерству сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации и органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации осуществить меры по организации ежегодно не менее 100 машинно-технологических станций различных форм собственности для обслуживания сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Министерству сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации, Министерству финансов Российской Федерации поручалось выделять в установленном порядке из фонда льготного кредитования или лизингового фонда средства на приобретение сельскохозяйственной техники для машинно-технологических станций. Особое внимание уделялось тому, что 1 января 1997 г. необходимо распространить на машинно-технологические станции, осуществляющие свою деятельность в первые два года со дня их создания, действующий для крестьянских (фермерских) хозяйств порядок обеспечения продукцией машиностроения на лизинговой основе с освобождением их от уплаты первоначального лизингового взноса. Оказывать им содействие в реализации сельскохозяйственной продукции, получаемой за оказанные услуги сельскохозяйственным товаропроизводителям (п.2).

Министерству сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации разрешалось направлять ежегодно не менее 400 млрд. рублей из общих ассигнований, предусматриваемых в федеральном бюджете для финансирования сельскохозяйственного производства, на создание материально-технической базы машинно-технологических станций для обслуживания сельскохозяйственных товаропроизводителей (п.3).

Помимо всего вышеперечисленного органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления рекомендовалось оказывать содействие в создании машинно-технологических станций, предусматривая с 1997 года в бюджетах субъектов Российской Федерации и местных бюджетах средства на эти цели.

Однако не смотря на принимаемые меры МТС прекратили свою деятельность.

Так, например, на территории Свердловской области функционировали 12 МТС, среди них 10 являлись муниципальными предприятиями (например, СПК «Слободо-Туринская МТС», МУСП «Каменская МТС», МТС МУСП «Надежда Байкаловского района и т.д.) и 2 станции было создано в форме обществ с ограниченной ответственностью (ООО «Артинская МТС», ООО «Суходожская МТС»). В 2000 году Уральским государственным экономическим университетом, при поддержке Министерства сельского хозяйства и продовольствия Свердловской области, НИИ «Уралпищепромсертификат», УРАЛНИИСХОЗа был разработан «Отчет о научно-исследовательской работе «Анализ состояния и прогнозная оценка развития агропромышленного комплекса Свердловской области на период до 2015 года». В данном отчете в качестве первого подхода, выбранного для решения задач по развитию продовольственной базы в 2000–2015 гг., предлагается развитие агролизинга, создание в области машинно-технологических станций (МТС), представляющих в аренду сельскохозяйственную технику сразу нескольким хозяйствам [14].

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Судьба машинно-тракторных станций в настоящее время мало прогнозируется, поскольку в условиях рыночных отношений и частной собственности сельскохозяйственные организации не желают использовать технику МТС в своём аграрном производстве и агробизнесе. Вместе с тем, имеются проблемы механизации сельскохозяйственных работ у отдельных фермерских хозяйств и небольших сельскохозяйственных организаций. Это означает, что с государственной финансовой поддержкой можно попробовать создать подобие МТС в форме сельскохозяйственных организаций потребительских кооперативов и это будет одним из направлений государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Как отмечает в автореферате диссертации Г. А. Иовлев [15], наблюдается разрушение технического потенциала сельскохозяйственных организаций. Выбытие техники из состава машинно-тракторного парка опережает её ввод. Этот фактор актуализирует проблемы системного подхода к оказанию технической помощи субъектам аграрной экономики.

Библиографический список

1. Казарезов, В.В. Крестьянский вопрос в России (от коллективизации до перестройки). Т.2. – М.: ФГНУ «Росинформагротех». – 2001. – с.337.
2. Постановление Совета труда и обороны от 5 июня 1929г. «Об организации машинно-тракторных станций»

3. Электронный ресурс. Режим доступа: www.humanities.edu.ru
4. Казарезов, В.В. Крестьянский вопрос в России (от коллективизации до перестройки). Т.2. – М.: ФГНУ «Росинформагротех». – 2001.
5. Казарезов, В.В. – указанное сочинение. 2001
6. Казарезов, В.В. – указанное сочинение. 2001
7. ИПС Консультант Плюс
8. ИПС Консультант Плюс
9. СП СССР 1961. – п.12. с136.
10. Вовк Ю. А. Договорные отношения колхозов с организациями и предприятиями. – М.: Госюриздат, 1962. – с. 83.
11. Собрание законодательства РФ, 1996. п.27, ст.3264
12. Российская газета, 1996. п 177.
13. Российская газета, 1996. п 28.
14. Попова, Н.П. Правовая природа договора на производственно-техническое обслуживание сельскохозяйственных организаций ремонтно-техническими предприятиями. «Юридические науки» 2004, п.3, стр. 47-51.
15. Иовлев, Г.А. Организационно-экономический механизм восстановления и развития технического потенциала сельского хозяйства. Автореф. дисс. доцент экон. наук. Екатеринбург, 2019.

References

1. Kazarezov, V.V. The peasant question in Russia (from collectivization to perestroika). Т.2. - М. : FGNU "Rosinformagrotech". - 2001 .-- p. 337.
2. Decree of the Labor and Defense Council of June 5, 1929. "On the organization of machine and tractor stations"
3. Electronic resource. Access mode: www.humanities.edu.ru
4. Kazarezov, V.V. The peasant question in Russia (from collectivization to perestroika). Т.2. - М. : FGNU "Rosinformagrotech". - 2001.
5. Kazarezov, V.V. - the specified composition. 2001
6. Kazarezov, V.V. - the specified composition. 2001
7. IPS Consultant Plus
8. IPS Consultant Plus
9. JV USSR 1961. - item 12. s136.
10. Vovk Yu. A. Contractual relations of collective farms with organizations and enterprises. - М. : Gosyurizdat, 1962 .-- p. 83.
11. Collection of legislation of the Russian Federation, 1996. p.27, article 3264
12. Rossiyskaya Gazeta, 1996. p 177.

13. Rossiyskaya Gazeta, 1996. p. 28.
14. Popova, N. P. The legal nature of the contract for production and technical maintenance of agricultural organizations by repair and technical enterprises. "Legal Sciences" 2004, paragraph 3, pp. 47-51.
15. Iovlev, G.A. Organizational and economic mechanism for the restoration and development of the technical potential of agriculture. Abstract of the thesis. diss. Associate Professor of Economics sciences. Yekaterinburg, 2019.

ТЕСТИРОВАНИЕ И ДЕЗАКТИВАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ ОТ ГЕРБИЦИДНЫХ ОСТАТКОВ

К.М. Потетня^{1*}, А.А. Садов¹

¹ ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Россия, Екатеринбург.

* E-mail: gto992@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрен вопрос тестирования и дезактивации почвы, перенасыщенной гербицидами после предыдущего урожая.

Остатки гербицидов (таких как атразин и симазин), замещенных гербицидов мочевины могут сохраняться в почве в течение месяцев. Гербицидные метки включают интервалы вращения или возврата растений для многих культур, но часто целесообразно определить, присутствуют ли вредные остатки в почве перед посадкой

Применяется два основных варианта тестирования остатков гербицидов в почве. Первый вариант - отправить образец почвы в лабораторию для анализа. Химические проверки выполняются многими лабораториями для широкого спектра гербицидов. Второй заключается в проведении биоанализа путем посадки интересующих культур в почву.

В работе рассматривается вопрос применения активированного угля в качестве обработки почвы от остатков гербицидов от предыдущих культур, разливов или изменений в севооборотах.

Эффективность дезактивации зависит от содержания органического вещества и физического состояния почвы, активности гербицида и чувствительности культуры. Эта обработка будет работать для некоторых гербицидов лучше, чем для других.

Ключевые слова: гербициды, уголь, древесный уголь, активированный уголь, атразин, триазин, углерод, почва, дезактивация.

TESTING AND DEACTIVATION OF CONTAMINATED SOILS FROM HERBICIDAL RESIDUES

K.M. Potetniya^{1*} A.A. Sadov¹

¹ FSBEI HE Ural SAU, Russia, Ekaterinburg.

* E-mail: gto992@mail.ru

Abstract. This article discusses the issue of testing and decontamination of soil oversaturated with herbicides after the previous harvest.

Herbicide residues (such as atrazine and simazine), substituted urea herbicides can persist in the soil for months. Herbicide tags include rotation or return intervals for many crops, but it is often useful to determine if harmful residues are present in the soil before planting

There are two main options for testing herbicide residues in soil. The first option is to send a soil sample to a laboratory for analysis. Chemical checks are performed by many laboratories for a wide range of herbicides. The second is to conduct bioanalysis by planting the crops of interest in the soil.

The paper considers the issue of using activated carbon as a soil treatment from herbicide residues from previous crops, spills or changes in crop rotations.

The effectiveness of decontamination depends on the content of organic matter and the physical condition of the soil, the activity of the herbicide and the sensitivity of the crop. This treatment will work better for some herbicides than others.

Keywords: herbicides, coal, charcoal, activated carbon, atrazine, triazine, carbon, soil, deactivation.

Постановка проблемы (Introduction)

Остатки триазиновых гербицидов (таких как атразин и симазин), замещенных гербицидов мочевины (таких как линурон и диурон), клопиралида или фомесафена могут сохраняться в почве в течение месяцев. Гербицидные метки включают интервалы вращения или возврата растений для многих культур, но часто целесообразно определить, присутствуют ли вредные остатки в почве перед посадкой, особенно при посадке очень чувствительных культур или при аренде земли, даже когда соблюдаются инструкции по маркировке. Тестирование остатков гербицидов также может быть полезным при попытке определить причину неизвестного повреждения или провала урожая.

Методология и методы исследования (Methods)

Существует два основных варианта тестирования остатков гербицидов в почве. Первый вариант - отправить образец почвы в лабораторию для анализа. Химические проверки выполняются многими лабораториями для широкого спектра гербицидов. Однако лабораторный анализ может быть дорогостоящим, трудоемким и вводящим в заблуждение. Кроме того, прогнозирование потенциального ущерба, который может быть причинен остатками гербицидов, обнаруженными в результате лабораторного анализа почвы, является сложной задачей.

Другой вариант заключается в проведении биоанализа путем посадки интересующих культур в почву, собранную за несколько недель до запланированной даты посадки. Следующий пример специально предназначен для проверки остатков атразина в почве и поэтому использует овес в качестве индикаторного вида, поскольку овес очень чувствителен к атразину. Подобная тактика может быть использована для проверки остатков других гербицидов.

Тестирование остатков атразина в почве:

1. Закрепите представленный образец почвы от поля, которое, как вы подозреваете, содержит остаток атразина. Отбор проб из нескольких мест, как при сборе проб почвы, для определения

требований к удобрениям. Остаток атразина может быть обнаружен в пятнах поля. Выбирайте достаточно мест, чтобы избежать пропуска областей, которые могут содержать высокий остаток. Взять отдельные пробы из областей, где остатки могут быть избыточными. Всегда берите образец на всю глубину среза плуга, независимо от того, вспахано поле или нет. Помните, что анализ является настолько же надежным или презентующим, как и образцы. Для каждого анализируемого образца требуется около 4,5 кг почвы.

2. Анализируйте образцы в течение недели или двух после того, как они были собраны из поля. Если образцы не могут быть немедленно проанализированы, храните почву в холодном месте - по возможности в морозильной камере. Когда образцы хранят в помещении в теплых условиях, остаток атразина может быть потерян.

3. Если почва влажная, разложите ее и дайте высохнуть, чтобы ее можно было легко обработать. Если почва комковатая, раздавите комья размером с горох или пшеничное семя, но не измельчайте почву.

4. Добавление около 50% по объему крупнозернистого песка улучшит физическое состояние илистых и глинистых почв. Если добавляется песок, хорошо перемешайте его с почвой.

5. Добавьте около 0,5 г активированного угля на 2,5 г почвы или почвенно-песчаной смеси. Тщательно перемешайте углерод и почву. Углерод дезактивирует атразин или другие остатки гербицидов. Для сравнения, почва, обработанная таким способом, дает эквивалент почвы без остатка.

6. Частично заполните два контейнера почвой, не содержащей углерода, и два контейнера почвенно - углеродной смесью. Четыре контейнера должны вмещать примерно 0,5 л на 1 л каждый. Пробейте отверстия в нижней части контейнеров, чтобы обеспечить дренаж. Для этой цели вполне подходят жестяные банки, бумажные коробки.

7. Посадите от пяти до восьми семян овса (или семян интересующих видов овощей) в каждый контейнер; покройте семена примерно 1,3 см почвы. Смочите почву водой, но не насыщайте. После появления всходов прорежьте до трех растений, чтобы обеспечить максимальное поглощение или поглощение возможного остатка.

8. Поместите контейнеры туда, где они будут теплыми (примерно от 21°C до 23°C) и получать как можно больше солнечного света. Сильный источник света поможет развитию симптомов травмы атразином.

9. Симптомы травмы на рассаде должны появиться примерно через 3 недели после посадки. Если температура ниже 21°C, требуется больше времени. Поливайте растения экономно. Не позволяйте почве пересыхать.

10. Тяжелое повреждение триазином характеризуется поникшими листьями и гибелью листьев, которая распространяется от кончика листа к основанию. Гибель листьев указывает на значительное количество остатков в почве. Предельное содержание остатков будет тормозить рост

овса, не убивая листья. Задержку роста можно определить, сравнив рост овса в почве с углеродом. Овес, выращенный в почве с углеродом, должен быть нормальным и не должен показывать повреждения атразином или замедления роста, если только в образце почвы не содержится чрезвычайно высоких остатков атразина. Если у овса обнаруживаются какие-либо признаки поражения листьев или задержки роста, посадите устойчивую к атразину культуру на поле, с которого были получены образцы.

Результаты (Results)

Активированный уголь (или уголь) может уменьшить загрязнение гербицидами в определенных областях (сады, теплицы, газоны и т. д.), а также может быть использован в качестве корневого погружения для частичной защиты трансплантатов (помидоры, перец, клубника, декоративные растения и т. д.) от триазиновых или замещенных мочевиной гербицидов. Активированный уголь также может быть использован для смягчения последствий разливов пестицидов.

Другие гербициды, которые может дезактивировать углерод, включают трифлуралин (Treflan), бромацил (Hyvar X), бензулид (Prefar), DCPA (Dacthal), дихлобенил (Casoron), ЕРТС (Eptam), 2,4-D, тербацил (sinbacil).

Активированный уголь, используемый в широком спектре применений в различных отраслях промышленности, производится путем нагревания или химической обработки органических веществ для создания пористой структуры. Это дает большую площадь поверхности в пределах относительно небольшого объема. Большинство продуктов с активированным углем очищаются кислотой и водой для удаления примесей и выпускаются как в гранулированном, так и в порошкообразном виде. Древесный уголь для наружных грилей не может быть измельчен для достижения тех же характеристик структуры пор, что и активированный уголь.

Полезность активированного угля основана, прежде всего, на его способности удерживать молекулы в своей обширной поровой структуре. Явление адсорбции может иметь место, как в газообразных, так и в жидкофазных системах. Адсорбция часто селективна, когда применяется к системам, содержащим более одного компонента, например, при использовании активированного угля в противогазах для удаления ядовитых паров и в качестве противоядия от проглоченных ядов.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В некоторых садовых центрах есть упакованный активированный уголь, предназначенный для использования, описанного здесь. Активированный уголь широко используется в химической чистке и очистке воды. Обычно источники активированного угля можно быстро найти, выполнив поиск в интернете или обратившись в химчистку. Некоторые угли для химической чистки могут содержать добавки, которые сделают их непригодными. Активированный уголь предлагается в контейнерах весом от 0,5 до 25 кг. Небольшие количества очищенного активированного угля можно приобрести в аптеках и на предприятиях химической промышленности.

Использование активированного угля следует рассматривать как экстренную обработку остатков гербицидов от предыдущих культур, разливов или изменений в севооборотах. Однако перед использованием активированного угля учтите, что указания на этикетке гербицида для ограничения ротации должны иметь приоритет над усилиями по дезактивации гербицида. Эффективность дезактивации зависит от содержания органического вещества и физического состояния почвы, активности гербицида и чувствительности культуры. Эта обработка будет работать для некоторых гербицидов лучше, чем для других.

Если участок загрязнен нежелательными остатками гербицидов и необходимо посадить восприимчивую культуру, нанесите активированный уголь в количестве 90 кг (примерно 2,5 кг/90 кв. м) на каждый 0,5 кг фактического остатка, обнаруженного в почве. Эмпирическое правило состоит в том, что в образце почвы от 0 до 15 см результат теста 1 частей на миллион будет эквивалентен 1кг активного ингредиента гербицида/акр или 20 гр/90 квадратных метров.

Углерод может быть смешан из расчета 0,5 кг углерода на 4,5 кг песка и нанесен с помощью оборудования для разбрасывания удобрений или распылен с помощью форсунок большой емкости (1,9 л/мин или больше). Углерод плохо смачивается и подвешивается. В противном случае садовод может добавить углерод в частично заполненный распылительный бак и использовать оставшуюся воду для смешивания плавающего углерода во время работы мешалки. Добавьте активированный уголь на глубину до 15 см в почву, затем поливайте и дайте застыть в течение нескольких дней перед посадкой. Для подтверждения эффективности рекомендуется провести биоанализ.

Библиографический список

1. Потетня К.М. Обзор целесообразности применения рабочих органов с одновременным внесением различных составов удобрений // В сборнике: Системная интеграция научных знаний. Сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященной дню инженера-механика. 2020. С. 126-128.
2. Садов А.А., Потетня К.М., Устюгов А.Д., Носков А.И. Проект дистанционного комплекса измерения почвенных показателей как инструмент цифровизации сельского хозяйства // Научно-технический вестник технические системы в АПК. 2020. № 2 (7). С. 45-51.
3. Новопашин Л.А., Александров В.А., Садов А.А., Потетня К.М., Жарков В.А. Основные системы технического обслуживания и восстановление техоборудования птицеводства // В сборнике: Инженерно-технические решения сборник студенческих технических решений. 2019. С. 147-148.
4. Садов А.А., Потетня К.М., Носков А.И. Проект роторной гидропонной установки с автоматизированным процессом выращивания культур // Научно-технический вестник технические системы в АПК. 2019. № 3 (3). С. 39-45.

5. Потетня К.М., Садов А.А., Вырова О.М., Панков Ю.В. Роль и виды удобрений в сельском хозяйстве // Научно-технический вестник технические системы в АПК. 2019. № 5 (5). С. 25-33.
6. Новопашин Л.А., Денежко Л.В., Панков Ю.В., Потетня К.М., Садов А.А., Минухин Л.А. Совершенствование методов диагностики сельскохозяйственной техники // Аграрное образование и наука. 2018. № 2. С. 17.
7. Садов А.А., Шорохов П.Н., Юсупов М.Л., Зеленин А.Н. Возможность использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве для проведения анализов полей// В книге: Институциональные преобразования АПК России в условиях глобальных вызовов. Сборник тезисов по материалам III Международной конференции. Отв. за выпуск А.Г. Кошцаев . 2019. С. 104.
8. Голдина И.И. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы / Иовлев Г. А. - Текст: электронный // Научно-технический вестник Технические системы в АПК. - №1 (6) 2020г. - с.21-27. - URL: <https://www.texvestnik.ru/kopiya-ntvtsvapk-2019-3> (дата обращения: 10.12.2020)

References

1. Potetnya K.M. Review of the feasibility of using working bodies with the simultaneous introduction of different compositions of fertilizers // In the collection: System integration of scientific knowledge. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the Day of Mechanical Engineer. 2020.S. 126-128.
2. Sadov A.A., Potetnya K.M., Ustyugov A.D., Noskov A.I. Project of a remote complex for measuring soil indicators as a tool for digitalization of agriculture // Scientific and technical bulletin of technical systems in the agro-industrial complex. 2020. No. 2 (7). S. 45-51.
3. Novopashin L.A., Alexandrov V.A., Sadov A.A., Potetnya K.M., Zharkov V.A. Main maintenance systems and restoration of technical equipment for poultry farming // In the collection: Engineering solutions, a collection of student technical solutions. 2019.S. 147-148.
4. Sadov A.A., Potetnya K.M., Noskov A.I. The project of a rotary hydroponic plant with an automated process of growing crops // Scientific and technical bulletin of technical systems in the agro-industrial complex. 2019. No. 3 (3). S. 39-45.
5. Potetnya KM, Sadov AA, Vyrova OM, Pankov Yu.V. The role and types of fertilizers in agriculture // Scientific and technical bulletin of technical systems in the agro-industrial complex. 2019. No. 5 (5). S. 25-33.
6. Novopashin L.A., Denezhko L.V., Pankov Yu.V., Potetnya K.M., Sadov A.A., Minukhin L.A. Improvement of diagnostic methods for agricultural machinery // Agrarian education and science. 2018.No. 2.P. 17.
7. Sadov A.A., Shorokhov P.N., Yusupov M.L., Zelenin A.N. The possibility of using unmanned aerial vehicles in agriculture to conduct field analyzes // In the book: Institutional transformations of the agro-industrial complex of Russia in the context of global challenges. Collection of

abstracts based on the materials of the III International conference. Resp. for the release of A.G.

Koschaev. 2019.S. 104.

8. Goldina I.I. Digital agriculture: state and prospects / Iovlev G.A. - Text: electronic // Scientific and technical bulletin Technical systems in the agro-industrial complex. - No. 1 (6) 2020 - p.21-27. - URL: <https://www.texvestnik.ru/kopiya-ntvtsvapk-2019-3> (date accessed: 10.12.2020)

ОЦЕНКА ДИЗЕЛЬНОГО СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ РИЦИНОВОГО МАСЛА И БИОЭТАНОЛА

А.А. Садов^{1*}, Л.В. Денежко¹

¹ ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Россия, Екатеринбург.

* E-mail: artemsadov@ya.ru

Аннотация. В работе рассматривается один из способов получения дизельного смешанного топлива путем смешивания дизельного топлива и биоконпонента. В качестве биоконпонентов в статье рассматривается добавка рицинового масла и биоэтанола получаемого путем переработки отходов сельского хозяйства.

Целью статьи является оценка физико-химических свойств смесей на основе рицинового масла и биоэтанола с последующим определением оптимальных концентраций элементов и методом обработки.

При исследовании использовались методы экспериментальной проверки правомочности принятых допущений и выдвинутых гипотез, ранее опубликованных авторами.

Результаты исследования показали, что термическая обработка рицинового масла позволяет провести химическую реакцию модифицирования рицинового масла с получением менее вязкого высыхающего рицинового масла, пригодного к смешиванию с нефтепродуктами, а благодаря дополнительной обработке ультразвуком, удаётся обеспечить более высокую степень дисперсности эмульгируемых продуктов и увеличить срок хранения свыше полугода по сравнению с механическими способами перемешивания.

Применение дизельного смешанного топлива на основе рицинового масла и биоэтанола имеет возможность применения на дизельных двигателях внутреннего сгорания и дизельных электростанциях с точки зрения физико-химических показателей, и могут применяться с целью диверсификации топливных ресурсов.

Ключевые слова: дизельное смешанное топливо, автотракторная техника, ДВС, физико-химические показатели, рициновое масло, биоэтанол.

EVALUATION OF DIESEL BLEND FUEL BASED ON RICIN OIL AND BIOETHANOL

A.A. Sadov^{1*}, L.V. Denejko¹

¹ FSBEI HE Ural SAU, Russia, Ekaterinburg.

* E-mail: artemsadov@ya.ru

Abstract. The paper discusses one of the methods for producing mixed diesel fuel by mixing diesel fuel and a biocomponent. The article considers the addition of ricin oil and bioethanol obtained by processing agricultural waste as biocomponents.

The purpose of the article is to evaluate the physicochemical properties of mixtures based on ricin oil and bioethanol, followed by determination of the optimal concentrations of elements and the processing method.

The study used the methods of experimental verification of the validity of the assumptions and hypotheses put forward previously published by the authors.

The results of the study showed that heat treatment of ricin oil allows to carry out a chemical reaction of modification of ricin oil to obtain a less viscous drying ricin oil suitable for mixing with petroleum products, and due to additional sonication, it is possible to provide a higher degree of dispersion of emulsified products and increase the shelf life of more than six months. compared to mechanical mixing methods.

The use of a mixed diesel fuel based on ricin oil and bioethanol can be applied to diesel internal combustion engines and diesel power plants from the point of view of physical and chemical indicators, and can be used to diversify fuel resources.

Keywords: mixed diesel fuel, automotive vehicles, internal combustion engines, physicochemical indicators, ricin oil, bioethanol.

Постановка проблемы (Introduction)

В качестве добавки к дизельному топливу могут использоваться масла, которые имеют такие недостатки как: повышенная вязкость, застывание при низких температурах, коксуемость, низкую теплотворность, что негативно сказывается на эксплуатационных показателях двигателей внутреннего сгорания (ДВС), входящих в состав дизельных электростанций (ДЭС).

В качестве растительного компонента для получения ДСТ в статье рассматривается добавка биоэтанола и рицинового масла.

Химический состав рицинового масла описывается формулой $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$. Это жирные кислоты с 18 атомами углерода с двойной связью между девятым и десятым атомами углерода, также известные как 12-гидрокси-олеиновая кислота.

Ограниченная растворимость масла в алифатических растворителях требует проведения подбора метода предварительной обработки исходного сырья или способа смешивания дизельного смесового топлива, исключая расслоения и выпадения осадка.

Результаты исследований по применению смесового топлива для дизельной техники отображены в многочисленных научных трудах иностранных и отечественных ученых, таких как Уханов А.П., Марков В.А., Адгамов И.Ф., Новопашин Л.А., Денежко Л.В. и других. Но в изученных работах не рассмотрены вопросы теоретической и экспериментальной оценки ДСТ, которые

учитывали бы особенности жирно-кислотного состава и физико-химических показателей рицинового масла в сочетании с биоэтанолом.

Основной проблемой применения данного масла как источника биокомпонента в ДСТ является плохая смешиваемость с нефтепродуктами, которая подтверждается заграничными исследованиями [1,2,3]. Получаемые смеси подвержены расслоению и выпадению в осадок в течение короткого промежутка времени. Для повышения качества дизельного смесового топлива в процессе его хранения и эксплуатации с целью обеспечения стабилизации и гомогенизированной структуры применяют различные способы смешивания.

Так как физико-химические свойства рицинового масла в значительной мере отличаются от других масел в связи с большим содержанием рицинолевой кислоты. Свойства данного растительного компонента не позволяют обеспечивать смешивание компонентов непосредственно в системе питания ДЭС, а именно высокая вязкость масла, с целью снижения вязкости в работе предложена трёхкомпонентная смесь дизельного топлива, рицинового масла и биоэтанола.

В связи с этим возникает целесообразность оценки физико-химических свойств смесей на основе рицинового масла и биоэтанола с последующим определением оптимальных концентраций элементов и метода обработки.

В соответствии с целью, поставленной в работе, решалась следующая задача:

1. Экспериментально определить влияние концентрации элементов и способа обработки на физико-химические свойства получаемого смесового топлива.

Методология и методы исследования (Methods)

В работе выделен объект и предмет исследования: объект исследований – физико-химические свойства дизельного смесового топлива с разной концентрацией биологических и минеральных компонентов; предмет исследований – закономерности изменения физико-химических свойств дизельного смесового топлива.

В соответствии с выбранным объектом и предметом исследования, и поставленной задачей программа исследований была направлена на проверку ранее опубликованных теоретических зависимостей, раскрывающих влияние применения дизельного смесового топлива с содержанием биологических и минеральных компонентов с различной концентрацией компонентов, и включала: -лабораторные исследования по определению таких показателей, как плотность, вязкость, температура предельной фильтрации; влияние способа подготовки на изменение свойств рицинового масла и стабильности получаемых смесей.

Виды топлив, исследуемых в работе:

1. Дизельное минеральное товарное топливо марки З-0,2-62 – 100% (далее ДТ).
2. Рициновое масло ГОСТ 6757-96 100% (далее РицМ) без и с предварительной теплообработкой.

3. Дизельное смесевое топливо с процентным содержанием компонентов: 90 % ДТ + 5 % РицМ + 5 % (Смесь 1), Сп; 80 % ДТ + 10 % РицМ + 10 % Сп (Смесь 2); 70 % ДТ + 15 % РицМ + 15 % Сп (Смесь 3); 60 % ДТ + 20 % РицМ + 20 % Сп (Смесь 4); 50 % ДТ + 25 % РицМ + 25 % Сп (Смесь 5); 40 % ДТ + 30 % РицМ + 30 % Сп (Смесь 6)

Результаты (Results)

Рициновое масло имеет ряд специфических особенностей, такие как: высокая вязкость, плотность и ограниченная растворимость в нефтяных растворителях, которые исключают применение рицинового масла в «чистом» виде в качестве биокомпонента в дизельном смесевом топливе.

Лабораторные исследования были проведены с целью определения влияния способов подготовки и состава смесей на пригодность в качестве топлива по физико-химическим показателям.

В процессе лабораторных исследований были определены такие показатели как плотность, вязкость и стабильность получаемых смесей.

Таблица 1. Результаты определения плотности рицинового масла в зависимости от способа обработки

Вид обработки	Плотность при 20 °С, г/см ³
Рициновое масло необработанное	0,95
Рициновое масло, обработанное ультразвуком	0,95
Рициновое масло после термической обработки	0,94
Рициновое масло после термической и ультразвуковой обработки	0,94

При измерении плотности рицинового масла отмечено не значительное изменение плотности, которое происходит в результате предварительного нагрева масла до температуры в 330 °С, и охлаждении при которых происходят процессы, сопровождающие различные побочные реакции полимеризации и разложения.

Таблица 2. Результаты определения плотности смесей, полученных на базе термически обработанного рицинового масла

Вид исследуемой жидкости	Измеряемая величина	Результат измерения
Смесь 1	Плотность, г/см ³ при 20 °С	0,834
Смесь 2		0,838
Смесь 3		0,842
Смесь 4		0,846
Смесь 5		0,85
Смесь 6		0,854

Согласно проведенным лабораторным исследованиям плотности смесей не выявлено отклонений от научно обоснованных оптимальных значений показателей плотности топлива, применяемого в двигателях внутреннего сгорания, которые находятся в пределах 830-860 кг/м³.

Таблица 2. Результаты определения вязкости рицинового масла в зависимости от способа обработки

Вид обработки	Вязкость при 20 °С, сСт
Рициновое масло необработанное	145,8
Рициновое масло, обработанное ультразвуком	145,8
Рициновое масло после термической обработки	120,5
Рициновое масло после термической и ультразвуковой обработки	120,5

При измерении вязкости рицинового масла отмечено значительное изменение вязкости на 25,8 сСт, это объясняется не только изменением плотности, но и изменением химического состава при термической обработке рицинового масла описанный трудах Садова А.А.

Таблица 3. Результаты определения вязкости смесей, полученных на базе термически обработанного рицинового масла

Вид исследуемой жидкости	Измеряемая величина	Результат измерения
Смесь 1	Кинематическая вязкость, мм ² /с, при 20 °С	2,34
Смесь 2		2,58
Смесь 3		2,9
Смесь 4		3,17
Смесь 5		3,54
Смесь 6		3,96

Согласно проведенным лабораторным исследованиям вязкости, все смеси соответствуют по вязкости научно обоснованным оптимальным показателям вязкостных характеристик топлива, применяемого в двигателях внутреннего сгорания, которые нормируются в пределах для летнего времени эксплуатации 3–6 сСт, а для зимнего периода – 1,8–5 сСт.

Таблица 4 – Результаты определения температуры застывания °С

Вид исследуемой жидкости	Измеряемая величина	Температура застывания, °С
Смесь 1	Температура, °С	-34
Смесь 2		-40
Смесь 3		-44
Смесь 4		-49
Смесь 5		-46
Смесь 6		-40

Ранее для измерения температуры замерзания в работах авторов Денежко Л.В., Садова А.А., Новопашина Л.А. применялась стандартная методика измерения температуры помутнения и застывания как для нефтепродуктов. Но в связи с тем, что дизельное смесевое топливо является сложным многокомпонентным эмульгируемым составом методика измерения потерпела изменения с учетом данных особенностей.

Результаты определения температуры застывания показывают, что все смеси соответствуют данному требованию и имеют температуру застывания – 34°С, что свидетельствует о низкотемпературных свойствах смесей, полученных на базе зимнего дизельного топлива,

биоэтанола и рицинового масла. Следует отметить, что на данный показатель большое влияние оказывает наличие биоэтанола с температурой застывания в $-114,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Результаты лабораторных исследований по оценке стабильности и устойчивости смеси к расслоению в зависимости от вида обработки и способа смешивания

Таблица 5. Стабильность смесей в зависимости от способа предварительной обработки компонентов и способа хранения при 20°C

Испытуемый образец	Способ предварительной обработки компонентов и смешивания							
	Без обработки механический способ смешивания		Ультразвуком с последующим механическим смешиванием		Термической обработки с последующим механическим смешиванием		Термической обработкой с последующим смешиванием ультразвуком	
	зак	отк	зак	отк	зак	отк	зак	отк
	№ 1	№ 2	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10
Смесь 1	6 мин.	6 мин.	180 мин.	180 мин.	1440 ч	840 ч	≤ 3576 ч	960 ч
Смесь 2	4 мин.	4 мин.	140 мин.	140 мин.	1440 ч	840 ч	1248 ч	960 ч
Смесь 3	4 мин.	4 мин.	122 мин.	122 мин.	1296 ч	840 ч	720 ч	672 ч
Смесь 4	3 мин.	3 мин.	120 мин.	120 мин.	210 ч	192 ч	384 ч	336 ч
Смесь 5	–	–	39 мин.	39 мин.	120 ч	110 ч	288 ч	240 ч
Смесь 6	–	–	16 мин.	16 мин.	40 мин.	40 мин.	4 ч	4 ч

Анализируя результаты исследований таблицы 5 можно говорить о непригодности механического и ультразвукового способа смешивания, так как время до расслоения составляет меньше 180 минут. Термическая обработка, в результате которой происходит дегидратация и расщепление рицинолевой кислоты, позволяет увеличить срок стабильности до двух месяцев для смеси 90% ДТ+5% РицМ+5% Сп; при этом, благодаря дополнительной обработки ультразвуком в сравнении с механическими способами смешивания, удаётся достигать более высокой степени дисперсности эмульгируемых продуктов, ускорять процесс и улучшать качество получаемых эмульсий. Данные заключения также подтверждаются работами [4,5,6].

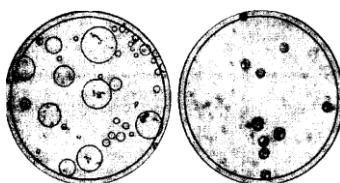


Рисунок 1 -Эмульсионные структуры, полученные механическим перемешиванием (слева) и ультразвуковым методом (справа)

Кроме этого, значительное влияние на срок хранения оказывает количественное содержание биокомпонентов. Например, смесь 40% ДТ+30% РицМ+30% Сп имеет срок стабильности 4 часа, а тем же способом приготовленная смесь 90% ДТ+5% РицМ+5% Сп - более 3000 часов.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

При термической обработке рицинового масла за счет нагрева до 330 °С с дополнительной обработкой ультразвуком замечено изменение показателей плотности, вязкости и стабильности, данные изменения происходят в результате различных побочных реакций полимеризации и разложения, описанных в работе [7]. Изменение химического состава и структуры обеспечивает высокую степень дисперсности эмульгируемых продуктов что позволяет увеличить срок хранения свыше полугода по сравнению с механическими способами перемешивания.

Библиографический список

1. Дж. Саез-Бастанте Синтез биодизельного топлива из касторового масла: бесшумное метилирование в сравнении с ультразвуковым метилированием и исследования энергии / Дж. Саез-Бастанте, С. Пинци, Ф. Дж. Хименес-Ромеро, доктор медицины Луке де Кастро, Ф. Приего-Капоте, М. // Преобразование энергии и управление. - №96 (1). - 2015. - С. 561-567.
2. Кнотэ Г. Метилловые эфиры растительных масел с гидроксигирными кислотами: Сравнение метиловых эфиров лескереллы и касторового масла / Г. Кнотхе, С.С. Чермак, Р.Л. Евангелиста // Топливо - №96 - 2012. - С. 535-540
3. Х. Батени Касторовая установка для производства биодизеля, биогаза и этанола с перспективой переработки на биоперерабатывающем заводе / Х. Батени, К. Карими, А. Замани, Ф. Бенакашани // Applied Energy - №136 - 2014 - стр. 14- 22.
4. Новопашин Л.А. Использование спиртобензиновых и маслодизельных топливных композиций для двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие / Л.А. Новопашин, С.Е. Щеклеин, Н.И. Данилов, Ю.Е. Немихин. - Екатеринбург, 2006. - 78 с.
5. Новопашин Л.А. Растительные масла, жирные кислоты, биодизель: учебное пособие / Л. А. Новопашин, Ю. В. Панков, Л. В. Денежко, С. Е. Щеклеин, А. М. Дубинин, А. А. Садов. - 2-е изд., Доп. - Екатеринбург: изд-во Уральского ГАУ, 2020. - 192 с.
6. Габитов Р.Р. Исследование влияния ультразвуковой обработки смеси этилового спирта и рапсового масла при получении биодизельного топлива в сверхкритических флюидных условиях / Габитов Р. Р., Усманов Р. А., Габитова А. Р., Гумеров Ф. М. // Вестник Казанского технологического университета. 2012. №9
7. Садов А.А. Физико-химическая оценка использования дизельного композиционного топлива на основе рицинового масла и биоэтанола в качестве топлива для дизельной электростанции / А.А. Садов, Л.А. Новопашин, Л.В. Денежко, Ю.Б. Черкасов // 3S Web of Conf. Том

222, 2020 Международная научно-практическая конференция «Развитие АПК в условиях роботизации и цифровизации производства в России и за рубежом» (DAIC 2020)

References

1. J. Saez-Bastante Synthesis of biodiesel from castor oil: Silent versus sonicated methylation and energy studies / J. Saez-Bastante, S. Pinzi, F.J. Jiménez-Romero, M.D. Luque de Castro, F. Priego-Capote, M.P. // *Energy Conversion and Management*. - No. 96 (1). - 2015. - pp. 561-567.
2. G. Knothe Methyl esters from vegetable oils with hydroxy fatty acids: Comparison of lesquerella and castor methyl esters / G. Knothe, S.C. Cermak, R.L. Evangelista // *Fuel* - №96 - 2012. - pp. 535-540
3. H. Bateni Castor plant for biodiesel, biogas, and ethanol production with a biorefinery processing perspective / H. Bateni, K. Karimi, A. Zamani, F. Benakashani // *Applied Energy* - № 136 - 2014 - pp. 14-22.
4. Novopashin L.A. The use of alcohol-gasoline and oil-diesel fuel compositions for internal combustion engines: a tutorial / L.A. Novopashin, S.E. Shcheklein, N.I. Danilov, Yu.E. Nemikhin. - Yekaterinburg, 2006 .-- 78 p.
5. Novopashin L.A. Vegetable oils, fatty acids, biodiesel: a tutorial / L. A. Novopashin, Yu. V. Pankov, L. V. Denezhko, S. E. Scheklein, A. M. Dubinin, A. A. Sadov. - 2nd ed., Add. - Yekaterinburg: publishing house of the Ural State Agrarian University, 2020 .-- 192 p.
6. Gabitov R.R. Investigation of the influence of ultrasonic treatment of a mixture of ethyl alcohol and rapeseed oil in the production of biodiesel fuel in supercritical fluid conditions / Gabitov R.R., Usmanov R.A., Gabitova A.R., Gumerov F.M. // *Bulletin of Kazan Technological University*. 2012. No. 9
7. Sadov A.A. Physical and chemical evaluation of the use of diesel composite fuel based on ricinic oil and bioethanol as fuel for diesel power plant / A.A. Sadov, L.A. Novopashin, L.V. Denezhko and Yu.B. Cherkasov // *3S Web of Conf. Volume 222, 2020 International Scientific and Practical Conference “Development of the Agro-industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad” (DAIC 2020)*

СОВОКУПНОСТЬ ПАРАМЕТРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ РАЗМЕРЫ RFID АНТЕННЫ ДЛЯ СЧИТЫВАНИЯ ДВИЖУЩЕЙСЯ МЕТКИ

А.А. Готовщиков^{1*}

¹Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», Казахстан, г. Костанай

*E-mail: Alleksmag@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования параметров приемопередающих антенн, работающих с RFID считывателем на частоте 134,2 кГц при считывании движущейся метки. Представлена методика, по которой проводились исследования, схема оборудования лабораторного стенда для испытаний смоделированных антенн при считывании движущейся метки. Осуществлен экспериментальный поиск зависимостей, определяющих необходимые размеры антенны и активной зоны излучаемой антенной на дальность считывания RFID метки. Представлены результаты замеров скорости перемещения животных по взвешивающей платформе, а также зависимость технологических размеров оборудования от экстерьера породы и конституции животных. По результатам исследований изготовлены антенны, которые прошли производственные испытания в системе динамического взвешивания КРС.

Ключевые слова: RFID технология, радиочастота, антенна, животноводство, динамическое взвешивание.

A SET OF PARAMETERS, THAT DETERMINE THE SIZE OF AN RFID ANTENNA FOR READING A MOVING TAG

A.M. Gotovshikov^{1*}

¹Kostanai branch LLP «Research and production center of agroengineering» Kazakhstan, Kostanai.

* E-mail: Alleksmag@yandex.ru

Abstract. Of the research, the antennas were manufactured, which passed production tests in the system of dynamic weighing of The article presents the results of a study of the parameters of receiving and transmitting antennas operating with an RFID reader at a frequency of 134.2 kHz when reading a moving tag. The article presents the methodology used for the research, the scheme of the equipment of the laboratory stand for testing simulated antennas when reading a moving label. An experimental search was carried out for the dependencies that determine the required dimensions of the antenna and the active zone of the radiated antenna on the range of reading the RFID tag. The results of measurements of the speed of

movement of animals on the weighing platform, as well as the dependence of the technological size of the equipment on the exterior of the breed and the constitution of the animals are presented.

According to the results of the research, the antennas were manufactured, which passed production tests in the system of dynamic weighing of cattle.

Keywords: RFID technology, radio frequency, antenna, animal husbandry, dynamic weighing.

Постановка проблемы (Introduction)

Современные RFID технологии позволяют автоматически идентифицировать животных, осуществлять необходимый оперативный контроль веса животного и помогают производить корректировки норм и рационов кормления, обеспечивая эффективность промышленного откорма в соответствии с физиологической потребностью животного [1]. Вместе с этим, ежемесячное взвешивание животных на откормочной площадке является достаточно трудоемким процессом, содержит ряд вспомогательных работ по перемещению, концентрации животных в загонах-накопителях и фиксации во взвешивающей клетке. Мероприятия по взвешиванию в «расколе» вызывает стресс у животного и имеет скрытое его проявление от потери веса до развития заболеваний [2].

Альтернативой такому взвешиванию, является взвешивание «на ходу» без остановки, получившее название - динамическим взвешиванием [3]. Применение взвешивания «на ходу» имеет потенциал и позволяет избежать стресса у животного, так как снижает периодичность взвешивания до контрольного, при этом само животное произвольно взвешивается ежедневно 5-6 раз в сутки, осуществляя проход по специальной взвешивающей платформе расположенной между зонами кормления и поения. Данные веса программно обрабатываются в автоматическом режиме для принятия решений [4]. Такая установка разработана в Костанайском филиале ТОО «НПЦ Агроинженерии» в тематике научно-технической программы «Разработка интенсивных технологий по отраслям животноводства», и прошла испытания в производственных условиях откормочной площадки в 2020г [5]. В ходе разработки СДВ при выборе готовых комплектов считывателя и антенн, работающих в статике на частоте 134,2 кГц, под задачу распознавания движущейся метки было установлено, что антенны при излучении создают недостаточный размер активной зоны и недостаточную дальность приема-передачи [6]. Совокупность, некритичных параметров излучателя для статике, существенно снижали идентификацию метки, передвигающуюся в поле антенны. Таким образом, исследование совокупности параметров, влияющих на работу антенны и установление положительных зависимостей стало актуальным при проектировании RFID антенны применимой в системах динамического взвешивания животных для считывания подвижной метки. Такие работы, связанные с динамическим взвешиванием, ведутся в Германии, в Австралии, в США и России [7,8]. Значительная часть этих исследований направлена на применение процессорной электроники и увеличения мощности трансиверов. При этом «слабым звеном» в идентификации остаются прямо-передающие антенны, которые рассчитываются не как рамочные антенны, а как

обычный электромагнитный контур и без увеличения электрической мощности считывателя могут действовать только на малых расстояниях. Важно отметить, что эта особенность характерна для диапазона длинных километровых волн частотой 134,2кГц, где длина волны $\lambda = 2235,46$ м [9]. В свое время этот диапазон в системе радиосвязи оказался малоэффективным из-за сложности в изготовлении полноразмерных антенн, высота которых могла достигать 25-50 метров. С появлением радиочастотной идентификации этот раздел электродинамики оказался вновь актуален для изучения и применения рамочных антенн в RFID устройствах [10].

Методология и методы исследования (Methods)

Цель исследований состояла в установлении зависимостей, определяющих технические параметры рамочной антенны в совокупности влияния, которых движущаяся метка будет надежно считываться в системе динамического взвешивания. Достижение цели определяло изготовление оптимальной антенны для СДВ. Вышеназванная цель предполагает установление причинно-следственных связей между факторами, влияющими на параметры устройств. Для получения зависимостей и размерных соотношений исследовались животные и их поведение, особенности породных экстерьеров и соотношение размеров. Также исследовались технические параметры промышленных образцов антенн и смоделированных антенн с предварительно рассчитанными необходимыми характеристиками для работы в СДВ. В качестве идентификатора использовался считыватель меток Biocontrol NHR3000Pro с программным модулем, который достаточно распространен, имеет интерфейсы USB, RS232, а также программное обеспечение с открытым кодом и компилятором. По условию эксперимента над взвешивающей платформой, размеры которой ранее обоснованы и уже известны, вертикально размещается антенна считывания идентификационного номера животного. В момент прохождения животного по платформе электронная метка, находящаяся на ухе животного должна попасть в зону действия электростатического поля излучаемого антенной считывателя. Считыватель получает синхронизированный старт поиска электронной метки в тот момент, когда движущееся животное всей массой своего тела находится на взвешивающей платформе, определяет метку и выдает сигнал для записи веса животного находящегося на платформе.

Методика проведения исследований состояла в нижеследующем:

Для определения скорости движения животного по платформе были проведены предварительные замеры скоростного перемещения животных в свободном состоянии в реальных условиях откормочной площадки.

Исследование параметров антенн производились на оборудованном лабораторном стенде, схематично представленном на рисунке 1:

- антенна подключалась к считывателю и крепилась вертикально, так как должна использоваться в работе,

- метка, варьируемая на разных высотах от горизонта, перемещалась вдоль антенны по приводному тросу. Электропривод обеспечивал равномерную скорость движения троса и метки в требуемом диапазоне,

- в зону излучения антенны на измеряемом расстоянии устанавливались датчики, подключённые к цифровому осциллографу и Анализатору спектра АКИП-4205 для определения частоты, падения напряжения сигнала, времени опроса метки и напряженности поля. Фиксировалось время старта сканера считывателя и время срабатывания поиска метки, дальность и скорость движения метки, данные заносили в Excel.

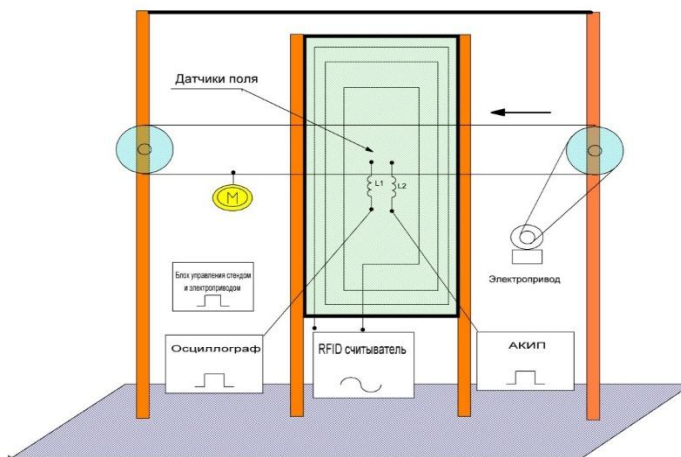


Рисунок 1 – Схема лабораторного стенда испытания антенны на считывание движущейся RFID метки

Моделирование антенн выполнялось по следующей методике:

-предварительные расчеты антенн выполнялись по формулам электродинамики, теоретическая дальность поля считывания определялась по Щелкунову-Фриису [11],

- провод расчетной длины и сечения моделируемой антенны укладывался в макетную панель, позволяющую изменять длину и ширину вертикальных и горизонтальных витков. Смоделированная антенна включалась в цепь считывателя и оборудования стенда.

Исследование параметров смоделированных излучателей производилось по аналогичной методике для готовых антенн:

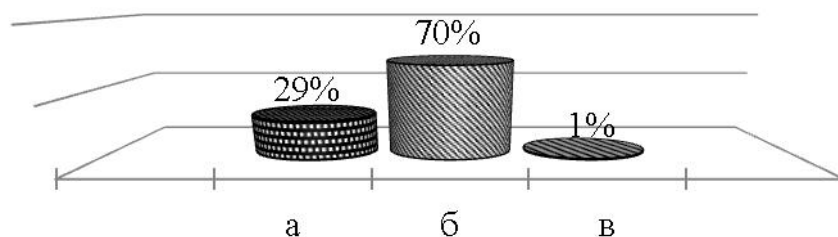
- измерялись показания дальности считывания при изменении сечения провода и межвиткового расстояния (шага),

- измерялись показания дальности считывания при изменении длины вертикальных и горизонтальных витков и их количества,

-измерялись размеры действующего электромагнитного поля промерами бокового расстояния дальности срабатывания по торцу антенны, по полученным промерам определялась зона излучения антенны и активные зоны поля.

Результаты (Results)

Параметры скорости движения ушной электронной метки получены путем измерений скорости движения животных проходящих в свободном состоянии по установленной ранее взвешивающей платформе длиной 2.4м. На рисунке 2 представлена диаграмма измеренных скоростей и их соотношение по количеству проходов по платформе.



а - до 0,2м/с, б - 0,21-0,59м/с, в - 0,6-0,8м/с

Рисунок 2 -Диаграмма скоростей проходов животных по платформе

Таким образом, установлено, что скорость движения метки может находиться в диапазоне от 0 (животное стоит на платформе) до 0,8м/с (животное бежит по платформе). Диапазон оптимальной скорости передвижения животных составил 0,21-0,59 м/с.

Требуемый технологический параметр - размер высоты антенны для системы динамического взвешивания установлен в зависимости от размеров животных с учетом экстерьера породы. Формула для определения высоты антенны будет иметь вид

$$h_{ан} = H_{вп} - H_{нп} \quad (1)$$

где $h_{ан}$ - высота антенны, м

$H_{вп}$ - высота крайнего верхнего положения метки, м

$H_{нп}$ - высота крайнего нижнего положения метки, м

Показатели $H_{вп}$ и $H_{нп}$ получены промером животных. В условиях проведенных опытных замеров зависимость имеет вид:

$$h_{ан} = 0,65H_{хол} \quad (2)$$

где $H_{хол}$ - высота животного в холке.

Размер высоты $h_{ан}$ соответствует высоте активной части антенны до уровня которой, происходит считывание движущейся ушной метки животного. Для бычков Аулиекольской породы участвующих в эксперименте он составил $h_{ан}=0,9$ м, и который в свою очередь будет соответствовать $h_{д}$ длине вертикальной части витка антенны. Предварительные данные для моделирования площади рамочной антенны (с одним витком) получены из выражения:

$$h_d = \frac{2\pi}{\lambda \cdot 10^{-3}} S n \quad (3)$$

где h_d – длина вертикальной части витка, м

S – площадь рамки, м²

n – количество витков, шт

λ – длина волны, м

Схематичное определение технологических размеров антенны изображено на рисунке 3, где выделены позиции животного оказывающие влияние на геометрические размеры антенны.

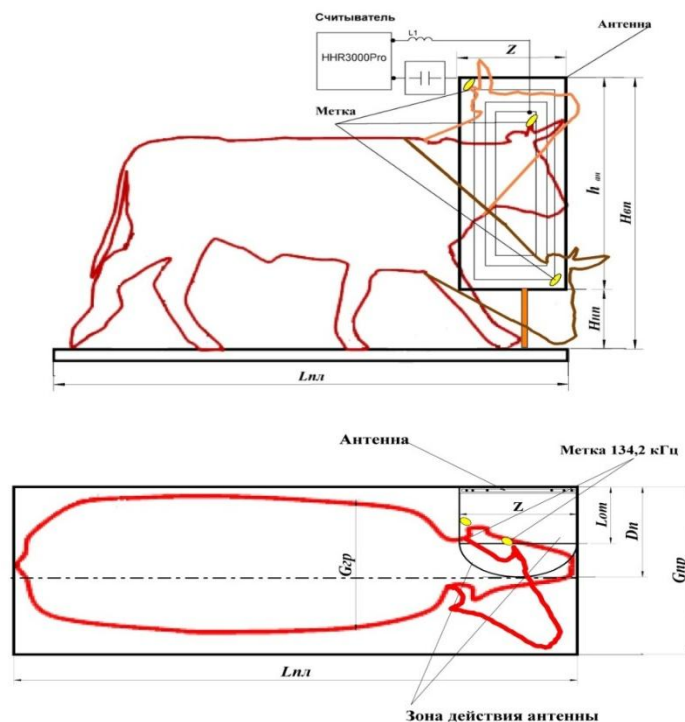


Рисунок 3 – Схема определения технологических размеров антенны для СДВ

Параметр необходимой технологической дальности считывания антенной, при котором метка, находящаяся на ухе животного будет определяться идентификатором, получена из зависимости, которая схематично отображена на рисунке 2 видом сверху. Для расчета по экстерьеру применима разница от ширины проема, по которому движется животное и средней ширины груди КРС, которая составила 0,53-0,55м это можно представить формулой (3).

$$L_{от} = G_{пр} - G_{гр} \quad (3)$$

где $L_{от}$ – длина крайнего отклонения головы в проеме, м

$G_{пр}$ – ширина проёма платформы, м

$G_{гр}$ – средняя ширина груди КРС, м

Полученное значение $L_{от}$ определяет технологическую минимальную дальность действия поля антенны $D_{п}$ и должно соответствовать условию $D_{п} \geq L_{от}$. Для Аулиекольской породы $D_{п} \geq 0,37$ м

В ходе исследований установлено влияние совокупности параметров, это дальность действия поля антенны и его напряженность, которое находится в соотношении вертикального витка к горизонтальному витку (K), и которое в свою очередь зависит от длины волны, количества витков, сечения провода и междувиткового шага антенны. Полученные технические параметры смоделированных приемо-передающих антенн их зависимость, влияющую на качественные характеристики антенны, анализировались в лабораторных условиях. Антенна на пять витков сечением многожильного провода 1,5мм промышленного исполнения для считывателя NHR3000 при коэффициенте соотношении длин вертикального витка к горизонтальному $K=1,75$ с междувитковым шагом 10мм ограничивается дальностью 0,45м считывания бирки, при этом размеры ее рабочей поверхности составили 0,58x0,37м, которые не проходят по вертикальному размеру. Исполненная этим же проводом пяти витковая антенна с коэффициентом $K=2$ и шагом 15мм снизила дальность считывания до 0,37м прибавив в вертикальном размере 0,67x0,38м. Далее, для поиска эффективного соотношения всех совокупностей на лабораторном стенде были апробированы варианты антенн: пяти, четырех и трех витковые с шагом от 10 мм до 35 мм по 60 вариантов антенн на группу с диапазоном коэффициента от 1 до 3.25 и шагом 0,25. Общее количество опытных антенн составило более двухсот, и такое же количество вариантов повторений с сечением провода 2мм.

Известно, что для полноразмерных многолучевых антенн в соотношении 1:100 находится шаг от луча до луча (эффект близости), он составляет от одного до трех метров. Установлено, для витков рамочных антенн шаг составил от 10 мм до 30 мм, то есть 1:1000. Шаг более 30 мм в рамочной антенне не эффективен, как и в полноразмерных - более 3 м. По результатам опытов был произведен анализ и отобраны варианты антенн с наиболее высокими показателями дальности считывания по междувитковому шагу.

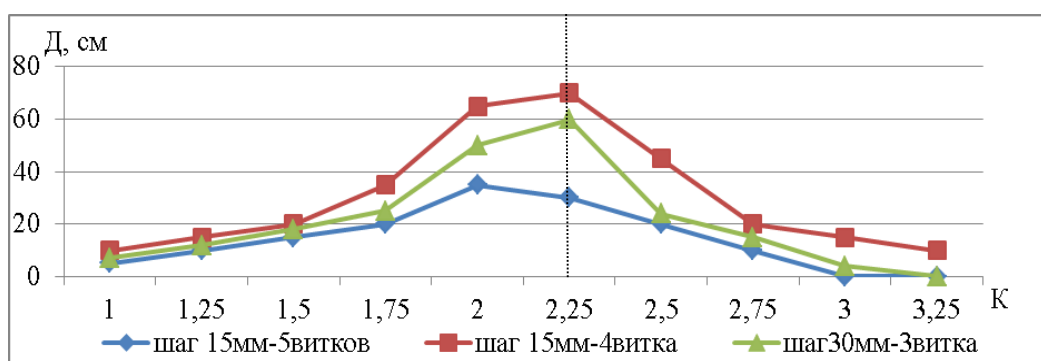


Рисунок 4 - График дальности излучения антенн в соотношении сторон и междувиткового шага

Из графика на рисунке 4 видно, что с уменьшением количества витков при шаге 15мм дальность считывания увеличивается и растет коэффициент. Также выделяется антенна с шагом 30мм с коэффициентом $K=2,25$. Полученные технические характеристики смоделированных антенн по коэффициенту 2,25 приведены таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики смоделированных антенн

№	Антенна с количеством витков	Дальность считывания D_p , м	Коэффициент К	Междувитковый шаг, мм	Длина витка $h_{д.в}$, м	Длина витка $h_{д.г}$, м	Активный размер, м	Активная площадь, m^2
1	5	0,30	2,25	15	0,65	0,29	0,67x0,38	0,25
2	4	0,70	2,25	15	0,65	0,29	0,69x0,33	0,22
3	3	0,60	2,25	30	0,65	0,29	0,74x0,38	0,28

Коэффициент 2,25 оказался эффективен в совокупности параметров длины волны, сечения провода и междувиткового шага. Тем не менее, полученные результаты не решали поставленную задачу получения оптимального размера антенны для СДВ, которая должна быть высотой не менее 0,9м и дальностью действия более 0,37м.

В ходе эксперимента определения резонансных частот, установлено, что генератор качающейся частоты считывателя выдает частоты в диапазоне от 116 кГц до 135 кГц, что создает неравномерность излучаемой мощности в различных конфигурациях антенн и запаздывание активации меток. Такие показатели натолкнули на мысль совместить два разных шага в одной антенне с тремя витками, первый-30мм и второй-15мм. В результате, получены антенны с высокой дальностью, выполненные с одинаковыми геометрическими соотношениями, но с разным сечением провода, в первом случае 1,5мм, во втором 2мм, технические характеристики которых отражены в таблице 2.

Таблица – 2 Технические характеристики экспериментальных антенн

№	Антенна с количеством витков	Дальность считывания D_p , м	Коэффициент К	Междувитковый шаг, мм	Длина витка $h_{д.в}$, м	Длина витка $h_{д.г}$, м	Активный размер, м	Активная площадь, m^2
1	АЭЗ-1,5	0,70	2,25	$b_1=30,$ $b_2=15$	0,74	0,33	0,83x0,42	0,34
2	АЭЗ-2,0	0,65	2,25	$b_1=30,$ $b_2=15$	0,86	0,38	0,95x0,47	0,44

Результат применения неравномерного, но пропорционального междувиткового шага в антенне с тремя витками сечением 2мм многожильного провода и коэффициентом соотношения длин сторон 2,25, обеспечил оптимальную дальность, технологическую размерность и скорость считывания метки в движении.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Проведенные исследования подтвердили, что при положительной совокупности параметров, а именно пропорциональных размерах антенны, сечении провода, и оптимальном межвитковом шаге можно получить усиление поля в приемопередающей антенне вертикальной поляризации без усиления мощности трансивера. В этом случае усиление или ослабление действия поля антенны зависит от междувиткового расстояния - шага. При этом размер шага также влияет на напряженность в распределении электромагнитного поля рамочной антенны и на дальность считывания движущейся метки, как и сечение провода из которого выполнена антенна. Сечение многожильного провода и количество тонких жил в сечении также влияют на характеристики рамочной антенны, так как частотный ток, стремящийся равномерно распределиться по всей поверхности сечения тонких жил создает скин-эффект, который усиливает поле антенны. По результатам исследований можно рекомендовать достаточно простой способ определения требуемых технологических параметров действия антенны по породам животных. Выполненные расчеты, проведенные опыты и практическое использование антенны в СДВ установке, разработанной в КФ ТОО «НПЦ Агроинженерии» подтверждают, что рамочная антенна, изготовленная по вышеперечисленным пропорциям и применяемым коэффициентом, обеспечивает надежный канал связи между считывателем и меткой, на который возложена функция обмена запрограммированных процессов передачи и приема данных для движущихся объектов.

Библиографический список

1. Государственная программа «Цифровой Казахстан» на 2017-2020 годы. Основание для разработки - Указ Президента Республики Казахстан от 1 февраля 2010 года № 922 «О Стратегическом плане развития Республики Казахстан до 2020 года».
2. Ажмулдинов Е.А. и др. Влияние различных стресс-факторов на организм сельскохозяйственных животных / Ажмулдинов Е.А., Кизаев М.А., Титов М.Г, Бабичева И.А // Животноводство и кормопроизводство, 2018 г – Т. 101 - №2 - С. 79-89.
3. Зеленский С.В. Некоторые особенности измерения веса движущихся объектов / С.В.Зеленский, В.А.Зеленский, В.В.Осколков – М.: РИА «Стандарты и качество» Мир Измерений, 2003.– № 3. – С.175-183.
4. Готовщиков А.М. Разработка системы без стрессового автоматизированного динамического взвешивания животных с RFID технологией./ФГБОУ ВО Курганская ГСХА. «Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции», 2020 г. - 646 с.
5. Бинюков Ю.В., Готовщиков А.М., Бирюков Н.М. Применение системы радиочастотной идентификации на откормочных площадках / Международная агроинженерия/ 2020.-№2- С.40-52.

6. Готовщиков А.М. Обоснование параметров приёмо-передающей антенны RFID считывателя для систем динамического взвешивания животных/ Техника и оборудование для села, 2020-№9 (279)- С25-29.
7. Balanis C.A. Modern Antenna Handbook. /Ed. – John Wiley & Sons/ 2008. – 205с.
8. Шалин А.Ф., Белов Д.Е., Силкина С.Ф., Пикалов А.А., Кузнецов И.М., Макеев М.В., Костюков К.И., Щеголев А.А. Вопросы радиочастотной идентификации животных на основе «пассивных» электронных меток /Сборник научных трудов всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства, 2013.- № 5. – С.372-377.
9. Ерохин Г.А, Чернов О.В., Козырев Н.Д., Кочержевский В.Д. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн./ - М.: Радио и связь, 1989. – 365 с.
10. Кубанов В.П., Ружников В.А., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М. К61 Основы теории антенн и распространения радиоволн/ С. ИНУЛ-ПГУТИ, 2016. – 258с.
11. Щелкунов С., Фриис Г. Антенны./ М.: Советское радио, 1955. – 280с.

References

1. The State program "Digital Kazakhstan" for 2017-2020. The basis for the development is the Decree of the President of the Republic of Kazakhstan dated February 1, 2010 No. 922 "On the Strategic Development Plan of the Republic of Kazakhstan until 2020".
2. Azhmuldinov E.A. et al. Influence of various stress factors on the organism of agricultural animals / Azhmuldinov E. A., Kizaev M. A., Titov M. G., Babicheva I. A. // Animal husbandry and feed production, 2018. - vol. 101. - № 2. - Pp 79-89.
3. Zelensky S.V. peculiarities of measuring the weight of moving objects / S.V. Zelensky, V.A. Zelensky – Moscow: RIA "Standards and quality" the World of Measurement, 2003.- №3.- Pp. 175-183.
4. Gotovshikov A.M. Development of a system without stressful automated dynamical weighing animals with RFID technology. /FGBOU VO Kurgan State Agricultural Academy. "Collection of articles based on the materials of the international scientific and practical conference", 2020 - 646p.
5. Binyukov Y.V., Gotovshikov A.M., Biryukov N. M. The application of the system read-frequency identification in feedlots / International agro engineering, 2020. - №2 - Pp. 40-52.
6. Gotovshikov A.M. Substantiation of parameters of the receiving and transmitting antenna for RFID reader systems dynamic animal weighing/ Machinery and equipment for the village, 2020 - №.9 (279) - Pp 25-29.
7. Balanis C.A. Modern Antenna Handbook./ Ed. - John Wiley & Sons, 2008 - 205 p.
8. Shalin A.F., Belov D.E., Silkina S.F., Pikalov A.A., Kuznetsov I.M., Makeev M.V., Kostyukov K.I., Shchegolev A.A. Questions of radio-frequency identification of animals based on "passive" electronic tags. Collection of scientific papers of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding, 2013. - No. 5. - Pp. 372-377.

9. Erokhin G.A., Chernov O.V., Kozyrev N.D., Kocherzhevsky V.D. Antenna-feeder devices and radio wave propagation./- Moscow: Radio and Communications, 1989. - 365 p.
10. Kubanov V.P., Ruzhnikov V.A., Spodobaev M.Y., Spodobaev Y.M. K61 Foundations of antenna theory and radio wave propagation/ – S.: INUL of PHUTI, 2016. – 258 p.
11. Shchelkunov S., Friis, G. Antenna /M.: Soviet radio, 1955. – 280 p.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ШАГОВОГО ТРАНСПОРТЕРА

Н.Н. Эльяш^{1*}, Н.О. Незамаева¹

¹ ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Россия, Екатеринбург.

* E-mail: vasilisa4kota@yandex.ru

Аннотация. Работа посвящена расчету оптимальных структурных и кинематических параметров механизма шагового транспортера исходя из заданного условия коэффициента изменения скорости выходного звена. За основу принята структурная схема известного в механике кулисно-ползунного механизма. Область применения данного механизма может быть существенно расширена при использовании ее в комплекте технологического оборудования агропромышленного производства.

Используя известные аналитические зависимости предложен методический подход к проектированию с целью выбора сочетаний геометрических и кинематических параметров схемы, поскольку требования к конечным характеристикам механизма весьма разнообразны в зависимости от области его применения.

Исходя из конкретных технологических условий задаются исходные данные: перемещение выходного звена H и коэффициент изменения скорости K_V . На первом этапе определяются геометрические параметры механизма. На втором этапе, задавая шаг изменения угла поворота кривошипа (обобщенной координаты φ_1), вычисляются кинематические характеристики для необходимого числа положений механизма.

Результаты расчетов позволят спроектировать оптимальные размеры механизма и обеспечить требуемые кинематические характеристики. Таким образом, становится возможным расширение области применения кулисно-ползунного механизма в различных производственных структурах АПК.

Ключевые слова: рычажный механизм, структурный синтез, перемещение грузов, анализ кинематики.

DESIGN OF THE STEP CONVEYOR MECHANISM

N.N. Elyash^{1*}, O.N. Nezamaeva¹

¹ FSBEI HE Ural SAU, Russia, Ekaterinburg.

* E-mail: vasilisa4kota@yandex.ru

Abstract. The work is devoted to the calculation of the optimal structural and kinematic parameters of the step conveyor mechanism based on a given condition of the coefficient of change in the speed of the output link. It is based on a block diagram of a well-known mechanical rocker-slide mechanism. The scope of application of this mechanism can be significantly expanded when using it in a set of technological equipment of agro-industrial production.

Using well-known analytical dependencies, a methodological approach to design is proposed in order to select combinations of geometric and kinematic parameters of the circuit, since the requirements for the final characteristics of the mechanism are very diverse depending on the scope of its application.

Based on the specific technological conditions, the initial data are set: the movement of the output link H and the coefficient of speed change K_V . At the first stage, the geometric parameters of the mechanism are determined. At the second stage, by setting the step of changing the angle of rotation of the crank (generalized coordinate φ_1), the kinematic characteristics are calculated for the required number of positions of the mechanism.

The results of the calculations will allow us to design the optimal dimensions of the mechanism and provide the required kinematic characteristics. Thus, it becomes possible to expand the scope of application of the rocker-slide mechanism in various production structures of the agro-industrial complex.

Keywords: lever mechanism, structural synthesis, cargo movement, kinematics analysis.

Постановка проблемы (Introduction)

Данная работа посвящена проектированию структурной схемы механизма шагового транспортера с последующим исследованием его кинематики.

Предлагаемый механизм может быть использован в комплекте технологического оборудования для применения в самых разных областях агропромышленного производства (в технологических схемах раздачи кормов, при дозировании и упаковке удобрений и других продуктов, на предприятиях для хранения и переработки продукции, в ремонтно-механических цехах, на складах, а также в составе многих других производственно-технологических комплексов).

В связи с тем, что требования к конечным характеристикам механизма весьма разнообразны в зависимости от области его применения, предлагаемый методологический подход позволяет оценить изменение кинематических параметров за цикл движения, а также исследовать влияние изменения одной или нескольких заданных величин на конечные результаты расчетов.

Методология и методы исследования (Methods)

Цель настоящего исследования состоит в определении параметров кинематической схемы механизма шагового транспортера по заданным условиям движения звеньев.

На основе исследований решаются следующие задачи:

1. Разработка структурной схемы и определение размеров механизма по заданному перемещению рабочего органа, обусловленному технологическими требованиями.
2. Анализ кинематических характеристик (перемещения и скорости) рабочего органа при варьировании значений коэффициента изменения средней скорости на холостом ходу.

Методика основана на фундаментальных положениях теории механизмов и машин в области синтеза плоских рычажных механизмов [1, 2, 3]. Рассматриваемый в работе механизм шагового транспортера (см. рисунок) по сути своей представляет собой кулисно-ползунный механизм. В результате расчетов схема механизма должна обеспечивать движение выходного звена на заданные перемещения и с определенной скоростью, в соответствии с технологическими требованиями.

Штанга транспортера получает движение от кулисно-ползунного механизма. Транспортируемые предметы перемещаются по направляющим штанги 5 на величину заданного условиями шага H . Оси цилиндрических катков 8 неподвижны, а изделия перемещаются с помощью подпружиненных захватов 6, шарнирно соединенных со штангой 5. Перемещение на рабочем ходу – одностороннее, при котором защелка захватывает предмет, фиксируя его положение. При обратном ходе защелки перемещаются под изделием.

Задача 1. Определение основных размеров структурной схемы шагового транспортера

Исходными данными для проектирования являются:

H – перемещение выходного звена,

K_V - коэффициент изменения скорости.

Коэффициент изменения скорости, как эксплуатационная характеристика, определяется отношением времени рабочего хода к времени холостого хода $K_V = t_p / t_x$.

С учетом того, что кривошип вращается с постоянной угловой скоростью, коэффициент K_V можно задать как отношение угла поворота кривошипа на рабочем ходу к углу поворота на холостом ходу $K_V = \varphi_p / \varphi_x$. Например, при $\varphi_p = 240^\circ$ и $\varphi_x = 120^\circ$ получим $K_V = 240^\circ / 120^\circ = 2$.

Для определения размеров звеньев данного механизма необходимо предварительно определить угол перекрытия θ по заданному коэффициенту K_V .

Угол перекрытия применительно к рычажному механизму — это разность между углами поворота ведущего звена (кривошипа) на рабочем и холостом ходу [2, с. 55-56]. Для нашего примера кулисно-ползунного механизма угол перекрытия равен углу качания кулисы ($\theta = \beta$).

$$\theta = 180^\circ \frac{K_V - 1}{K_V + 1}$$

Тогда длина кулисы

$$l_3 = \frac{0,5H}{\sin 0,5\theta}$$

длина кривошипа

$$l_1 = a \cdot \sin 0,5\theta$$

где a — расстояние между осями вращения кривошипа и кулисы

$$a = \lambda_a \cdot l_1.$$

Здесь λ_a — относительный размер стойки

$$\lambda_a = \frac{a}{l_1} = \frac{l_3}{\sin 0,5\theta \cdot l_1} = \frac{1}{\sin 0,5\theta}.$$

Смещение оси штанги (ползуна) относительно оси вращения кривошипа определяем по формуле

$$e = 0,5 \cdot l_3 (\cos 0,5\theta + 1) - a.$$

В результате расчетов получили основные размеры схемы: длину кривошипа l_1 , длину кулисы l_3 , межосевое расстояние a , смещение оси ползуна e .

На основании аналитических зависимостей определены результаты расчетов, которые вносятся в таблицу.

Задача 2. Исследование кинематических характеристик механизма.

При проектировании кинематической схемы считается, что система работает в установившемся режиме, при этом заданы значения H и K_V . Для решения поставленной задачи необходимо ввести значение средней скорости выходного звена V_F .

Кинематические характеристики (скорости точек и угловые скорости звеньев) включают цикл по углу поворота ведущего звена φ_1 , который принимается в качестве независимой переменной. Используя полученные на 1-м этапе расчетов данные, определяются следующие показатели:

- ω_1 — угловая скорость кривошипа;
- Y_F — координата тележки (точки F);
- V_F — скорость точки F;
- V_B — скорость точки B (конца кривошипа);
- V_C — скорость точки C (конца кулисы);
- ω_3 — угловая скорость кулисы.

Продолжительность рабочего и холостого хода, соответственно, будет равна

$$t_p = \frac{H}{V_{cp}} \quad \text{и} \quad t_x = \frac{H}{V_{cp}K_v}.$$

Время полного цикла: $T_{ц} = t_p + t_x$, тогда частота вращения кривошипа $n = 1 / T_{ц}$.

Угловая скорость кривошипа определяется по известной формуле

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{n}$$

При составлении программы расчета удобно пользоваться не абсолютными, а относительными величинами, т.к. при этом сохраняется пропорциональность размеров звеньев, а также упрощаются аналитические зависимости.

Относительное межосевое расстояние вычисляем по формуле

$$\lambda_a = \frac{1}{\sin 0,5\theta}.$$

Для определения координат различных точек механизма необходимо задаться начальным углом поворота кривошипа $\varphi_0 = 90^\circ - 0,5\theta$ (см. рисунок).

Тогда, определив текущий угол поворота кулисы

$$\varphi_3 = \frac{3,14 - \text{arctg}(\sin \varphi_1)}{\lambda_a - \cos \varphi_1}$$

можно вычислить координату выходного звена (ползуна F)

$$Y_F = l_3 \cdot \sin \varphi_3.$$

Далее определяется передаточное отношение, которое представляет собой отношение угловых скоростей кривошипа 1 и кулисы 3

$$U_{31} = \frac{1 - a \cdot \cos \varphi_1}{a^2 - 2a \cdot \cos \varphi_1 + 1},$$

Затем определяются аналоги скоростей точек F и C

$$V_{qF} = l_3 \cdot U_{31} \cdot \cos \varphi_3; \quad V_{qC} = \sqrt{V_{qCx}^2 + V_{qCy}^2}$$

где $V_{qCx} = l_3 \cdot U_{31} \cdot \sin \varphi_3$ и $V_{qCy} = l_3 \cdot U_{31} \cdot \cos \varphi_3$ - проекции аналогов скоростей точки C на оси X и Y.

Завершается анализ кинематических характеристик расчетом скоростей точек F, C и B.

$$V_F = V_{qF} \cdot \omega_1; \quad V_B = l_1 \cdot \omega_1; \quad V_C = V_{qC} \cdot \omega_1;$$

Результаты (Results)

На основе аналитических зависимостей, определяющих структурную схему кулисно-ползунного механизма, составляется программа, по которой определяются основные размеры шагового транспортера для различных областей его применения. При этом в зависимости от технологических условий задаются исходные данные: перемещение выходного звена H и коэффициент изменения скорости K_v .

Задавая шаг изменения угла поворота кривошипа (обобщенной координаты φ_1), вычисляются кинематические характеристики для необходимого числа положений механизма. Полученные результаты сводятся в таблицы, форма которых приведена ниже

Таблица 1. Результаты структурного синтеза механизма

l_1	l_3	a	e

Количество строк в таблице определяется в зависимости от того, сколько вариантов исходных значений H и K_V необходимо рассчитать для получения оптимального результата.

Таблица 2. Результаты кинематического анализа механизма

φ_1	ω_1	V_F	V_C	V_B	ω_3

Количество строк в таблице 2 зависит от того, сколько положений механизма рассматривается (6, 12, и т.д.).

По результатам вычислений строятся графики перемещения и скорости выходного звена в функции обобщенной координаты - угла поворота кривошипа. При этом в расчет вводятся сочетания различных значений скоростей выходного звена на рабочем и на холостом ходу, оцениваемых коэффициентом изменения скорости.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Решение задач структурного синтеза механизма шагового транспортера и его последующего кинематического анализа позволит спроектировать оптимальные размеры и обеспечить требуемые кинематические характеристики: скорость заданных точек механизма и угловую скорость кулисы. Таким образом, обеспечивается возможность расширения области применения кулисно-ползунного механизма в различных производственных структурах АПК.

Если по каким-либо соображениям результаты расчетов не удовлетворяют требуемому процессу, то можно изменить значение перемещения выходного звена H , либо величину коэффициента изменения скорости K_V . Возможным вариантом также является перебор сочетаний обоих параметров.

Если в качестве кинематических характеристик необходимо задать лишь среднюю скорость выходного звена, то в этом случае достаточно ограничиться решением 1-й задачи, позволяющей установить необходимые геометрические параметры схемы.

Библиографический список

1. Теория механизмов и механика машин: Учеб. для вузов / К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др.; Под ред. К.В. Фролова. – 5-е изд., стереотип.- М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2004. – 664 с.: ил.
2. Эльяш Н.Н., Гурьев Е.С. Теория механизмов и машин и детали машин. Учеб. пособие / Свердлов. инж.-пед. ин-т. Свердловск, 1991. Ч.2. 80 с.
3. Теория механизмов и машин. Матвеев Ю.А., Матвеева Л.В., Матвеев Ю.А. Издательство: Альфа, 2009. – 320 с.

References

1. Theory of mechanisms and mechanics of machines: Textbook. for universities / K.V. Frolov, S.A. Popov, A.K. Musatov and others; Ed. K.V. Frolov. - 5th ed., Stereotype. - M.: Publishing house of MSTU im. Bauman, 2004. --- 664 p. : ill.
2. Elyash N.N., Guriev E.S. Theory of mechanisms and machines and machine parts. Textbook. manual / Sverdl. engineer-ped. in-t. Sverdlovsk, 1991. Part 2. 80 s.
3. Theory of mechanisms and machines. Matveev Yu.A., Matveeva L.V., Matveev Yu.A. Publisher: Alfa, 2009. - 320 p.

ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА НА РЕСУРС ДВИГАТЕЛЕЙ

Г.А. Иовлев^{1*}, В.И. Лукашевич²

¹ ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, Россия, Екатеринбург.

² ПАО «Каменское», Россия, Свердловская область, Каменский район, с. Позариха

* E-mail: gri-iovlev@yandex.ru

Аннотация: В статье рассмотрен вопрос влияния износа на ресурс двигателей внутреннего сгорания. Проанализированы статьи российских и зарубежных ученых, раскрывающих данную тему. В исследованиях отечественных учёных, в т.ч. и авторов, для анализа износов, отказов, показателей надёжности больше используется закон нормального распределения случайных величин. Исследования по износу коренных и шатунных шеек двигателей были проведены на двигателях семейства Д-240, СМД-60, ЯМЗ-236 (238), КАМАЗ-740 и др. в ПАО «Каменское» Свердловской области. На основании исследований сделан вывод о том, что износ коренных и шатунных шеек далёк от предельного, практически по всем обследованным двигателям. Износ до предельного состояния, по различным двигателям, по коренным шейкам составляет от 0,027 мм до 0,064 мм, по шатунным шейкам от 0,012 мм до 0,047 мм. Для планирования объёмов и затрат по капитальному ремонту тракторов, автомобилей, зерно- и кормоуборочных комбайнов остаточный ресурс двигателей рассчитан также по критерию износа коренных и шатунных шеек двигателей. Проведённые исследования и произведённые расчёты привели к выводу о том, что ресурс двигателя, в частности коленчатого вала, напрямую зависит от износа коренных и шатунных шеек и подшипников. Износ же в свою очередь зависит от качества технического обслуживания, условий эксплуатации и эксплуатационных свойств транспортно-технологической машины.

Ключевые слова: коренные и шатунные шейки, двигатель, ресурс двигателя, износ, транспортно-технологические машины, капитальный ремонт двигателя.

IMPACT OF WEAR ON ENGINE LIFE

G.A. Iovlev^{1*}, V.N. Lukashevich²

¹ FSBEI HE Ural SAU, Russia, Ekaterinburg.

² PJSC “Kamenskoye“, Russia, Sverdlovsk region, Kamensky district, Posarikha village

* E-mail: gri-iovlev@yandex.ru

Abstract. the article discusses the impact of wear on the life of internal combustion engines. The article analyzes the articles of Russian and foreign scientists who reveal this topic. In the studies of domestic

scientists, including authors, the law of normal distribution of random variables is used more for the analysis of wear, failures, and reliability indicators. Studies on the wear of the main and connecting rod necks of engines were carried out on engines of the d-240, SMD-60, YAMZ-236 (238), KAMAZ-740 and others in PJSC "Kamenskoye" of the Sverdlovsk region. Based on the research, it was concluded that the wear of the main and connecting rod necks is far from the limit, in almost all the engines examined. Wear to the limit state, for various engines, for root necks is from 0.027 mm to 0.064 mm, for connecting rod necks from 0.012 mm to 0.047 mm. For planning the volumes and costs of major repairs of tractors, cars, grain and forage harvesters, the residual life of engines is also calculated by the criterion of wear of the main and connecting rod necks of engines. The conducted research and calculations led to the conclusion that the life of the engine, in particular the crankshaft, directly depends on the wear of the main and connecting rod necks and bearings. Wear, in turn, depends on the quality of maintenance, operating conditions and operational properties of the transport and technological machine.

Keywords: main and connecting rod necks, engine, engine life, wear, transport and technological machines, engine overhaul.

Постановка проблемы (Introduction)

Вопросами изучения ресурса транспортно-технологических машин и их узлов и агрегатов занимается ряд отечественных и зарубежных учёных [6-14].

В исследовании Королёва А.Е. [6] рассматривалось влияние зазоров в сопряжениях на показатели работы тракторных двигателей (8 марок дизелей), по результатам исследований установлены закономерности изнашивания сопряжений. Исследования проводились по цилиндро-поршневой группе и кривошипно-шатунному механизму. Критериями, определяющими техническое состояние, являются для цилиндро-поршневой группы - скорость утечки и степень сжатия газов в цилиндре; для кривошипно-шатунного механизма - давление масла в двигателе (смазочной системе). В исследовании на рисунке 6 представлен график, отражающий зависимость давления в системе смазки двигателя от зазора в сопряжении шейки коленчатого вала – вкладыш. Данная зависимость аналогична зависимости остаточного ресурса от износа, представленная на рис. 1 нашего исследования.

В другом исследовании Королёв А.Е. [7] делает интересный вывод о том, что на ресурс двигателей самое наибольшее влияние оказывает уровень развития материально-технической базы эксплуатационных предприятий – 72%, (организация ремонта – 30%, организация эксплуатации, в т.ч. технической – 42%) и квалификация механизаторов – 28%.

Авторы Галиев Р.М., Нигметзянова В.М., Назаров Ф.Л., Хафизов Р.А. в своём исследовании [11] на основании контроля параметров двигателя (33 параметра, таблица 2) с помощью бортовых (встроенных) систем диагностирования пытаются прогнозировать остаточный ресурс двигателя. Для анализа технического состояния двигателя выбраны определённые контролируемые параметры. В тоже время авторы отмечают, что «...полностью реализовать эти

параметры на сегодняшний день очень сложно. Для этого контролируемые параметры двигателя необходимо группировать по своим назначениям ...».

Алиев Ж.А., Пак И.А., Мухтаров Т.М., Турдыбеков М.К. в своём исследовании [12], на основании расчётов, делают важные выводы о том, что моторесурс двигателя при переменных режимах работы не зависит от нагрузки, приводят другие факторы, не оказывающие влияния на моторесурс двигателя. Авторы отмечают, что «значительное влияние на моторесурс оказывают применяемые сорта топлива и масла, режимы работы и пр». Авторы также провели исследования по зависимости износа (гильзы цилиндров) от температуры охлаждающей жидкости (рис.1), на графике представлена только нерабочая зона температур стенки цилиндра, на наш взгляд было бы правильнее представить износ и в рабочих зонах температур и зонах превышающих рабочую зону температур.

Доктор Ларри Х. Кроу в своей статье «Practical Methods for Analyzing the Reliability of Repairable Systems» (Практические методы анализа надежности ремонтируемых систем) [13] утверждает, что время до первого отказа соответствует распределению Вейбулла, а каждый последующий отказ регулируется моделью степенного закона в случае минимального ремонта. Степенной закон автор рассматривает как расширение распределения Вейбулла. Чем удобен закон распределения Вейбулла, так это тем, что при определённых значениях может превращаться в другие виды распределений (нормальное, экспоненциальное) и может описывать отказы и износы в начальный период эксплуатации, т.е. при обкатке и приработке сопряжений, во время нормальной эксплуатации (самый продолжительный период) и в конечный период эксплуатации, во время интенсивного износа и увеличения интенсивности отказов. Автор об этом говорит «...как правило, интервалы между отказами для сложной ремонтируемой системы не имеют одинакового распределения».

Необходимо отметить, что в исследованиях отечественных учёных, в т.ч. и авторов, для анализа износов, отказов, показателей надёжности больше используется закон нормального распределения случайных величин.

Учеными Уральского государственного аграрного университета, по результатам исследований в данном направлении, опубликовано несколько научных работ [2-5].

Результаты (Results)

В результате исследований, проведённых в ПАО «Каменское», было выявлено, что при наработке, предшествующей капитальному ремонту (КР), 5000 моточасов у тракторов – при ТО-3, 192000 км, 150000 км пробега у автомобилей, соответственно КАМАЗ и ГАЗ-3307 – при текущем ремонте (ТР) износ коренных и шатунных шеек двигателей составил:

- 4-й коренной шейки (наименее нагруженной) – 0,0544 мм;
- 1-й коренной шейки (наиболее нагруженной) – 0,0601 мм;

- шатунных шеек в поперечной плоскости оси симметрии щек шатунных шеек (наименее нагруженных) – 0,0556 мм;

- шатунных шеек по оси симметрии щек шатунных шеек (наиболее нагруженных) – 0,0729 мм.

Исследования были проведены на двигателях семейства Д-240, СМД-60, ЯМЗ-236 (238), КАМАЗ-740 и др.

На основании исследований, мы сделали вывод о том, что износ коренных и шатунных шеек далёк от предельного, практически по всем обследованным двигателям. Износ до предельного состояния, по различным двигателям, по коренным шейкам составляет от 0,027 мм до 0,064 мм, по шатунным шейкам от 0,012 мм до 0,047 мм.

Для планирования объёмов и затрат по капитальному ремонту тракторов, автомобилей, зерно- и кормоуборочных комбайнов рассчитаем остаточный ресурс двигателей по критерию износа коренных и шатунных шеек двигателей.

Для определения остаточного ресурса двигателей выберем различные тракторы и автомобили с различной наработкой и разных годов выпуска. Данные для расчётов представим в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика износов коренных и шатунных шеек двигателей тракторов и автомобилей.

Марка, хоз. №	Год выпуска	Износ, мм			
		Коренных шеек		Шатунных шеек	
		4-я шейка	1-я шейка	В поперечной плоскости	По оси симметрии
Беларус 82.1, хоз. №331	2008	0,0544	0,0601	0,0556	0,0729
Беларус 82.1, хоз. №332	2014	0,03	0,04	0,04	0,05
МТЗ-82.1, хоз. №188	2000	0,07	0,08	0,08	0,09
МТЗ-82, хоз. №297	1996	0,09	0,1	0,1	0,11
ДТ-75 ДРС-4, хоз. №255	1998	0,09	0,1	0,1	0,11
ДТ-75МЛ, хоз. №218	2000	0,07	0,08	0,08	0,09
Т-151К, хоз. №149	1995	0,09	0,1	0,1	0,11
ХТЗ-17221-21, хоз. №411	2013	0,03	0,04	0,04	0,05
КАМАЗ-53212	1996	0,09	0,1	0,1	0,11
КАМАЗ-45143	2012	0,03	0,04	0,04	0,05

Работоспособное состояние двигателя зависит от зазора в сопряжении шейка коленчатого вала-подшипник (вкладыши), зазор в свою очередь зависит от размера диаметра шейки и её износа и от размера диаметра подшипника (вкладышей) и его износа. Средний нормальный износ *коренных шеек* валов за 1000 часов составляет 0,005-0,015 мм, а *шатунных* – от 0,01 до 0,02 мм. *Коренные и шатунные подшипники* так же подвергаются износу. Их нормальный износ составляет 0,01-0,02 мм за 1000 часов работы.

Для определения зазора, в сопряжениях коренная шейка коленчатого вала-вкладыш; шатунная шейка коленчатого вала-вкладыш, при определённой наработке и оценки состояния

сопряжений необходимо использовать значения номинальных, допустимых и предельных зазоров (табл. 2).

Таблица 2. Зазоры в коренных и шатунных подшипниках коленчатого вала.

Марка двигателя	Параметры					
	Зазор в коренных подшипниках, мм			Зазор в шатунных подшипниках, мм		
	Номинальный	Предельный	Допустимый при КР/ТР	Номинальный	Предельный	Допустимый при КР/ТР
Д-243	0,072-0,126	0,35	0,18/0,29	0,067-0,115	0,4	0,18/0,31
СМД-60	0,08-0,157	0,35	0,2/0,3	0,08-0,157	0,4	0,2/0,33
А-440	0,096-0,152	0,35	0,2/0,3	0,091-0,157	0,4	0,21/0,31
ЯМЗ-236	0,076-0,143	0,35	0,2/0,3	0,056-0,116	0,4	0,17/0,31
КАМАЗ-740	0,096-0,156	0,4	0,21/0,3	0,065-0,11	0,35	0,17/0,3

Остаточный ресурс двигателя рассчитывается по следующей формуле:

$$R = \frac{(S_{\text{пр}} - S_i)}{\sum I} \times 1000$$

где $S_{\text{пр}}$ – предельный зазор в сопряжении шейка коленчатого вала-вкладыш, мм;

S_i – текущий зазор в сопряжении шейка коленчатого вала-вкладыш, мм;

$\sum I$ – суммарный износ шейки коленчатого вала и вкладыша при исследуемой наработке,

ч.;

1000 ч. – коэффициент приведения значения наработки, при определении средних нормальных износов шеек и подшипников коленчатого вала.

Зазор в сопряжениях шейки коленчатого вала-вкладыши при определённой наработке можно вычислить по следующей формуле:

$$S_i = S_n + I_{n1000}^{\text{ш}} + I_{n1000}^{\text{п}}$$

где S_n – номинальный зазор в сопряжениях шейки коленчатого вала-вкладыши;

$I_{n1000}^{\text{ш}}$ – износ шейки коленчатого вала при различной наработке, мм

$I_{n1000}^{\text{п}}$ – износ вкладыша (подшипника) при различной наработке, мм. « n » может принимать любое значение в зависимости от наработки.

Определим остаточный ресурс двигателей тракторов, автомобилей различных марок, различных годов выпуска и сроков эксплуатации. Расчёт произведём на примере Беларус 82.1, хоз. №331, 2008 года выпуска.

Рассчитываем зазоры в сопряжениях 4-й и 1-й коренных шеек коленчатого вала-вкладыши.

$$S_{4\text{К}} = S_n + I_{5 \times 1000}^{\text{КШ}^*} + I_{5 \times 1000}^{\text{п}^{**}} = 0,099 + 0,0544 + 0,075 = 0,228 \text{ мм.}$$

$$S_{1\text{К}} = S_n + I_{5 \times 1000}^{\text{КШ}^*} + I_{5 \times 1000}^{\text{п}^{**}} = 0,099 + 0,0601 + 0,075 = 0,234 \text{ мм.}$$

Рассчитываем зазоры в сопряжениях шатунных шеек коленчатого вала-вкладыши (вначале в поперечной плоскости оси симметрии щек шатунных шеек, затем по оси симметрии щек шатунных шеек).

$$S_{\text{ППШ}} = S_{\text{Н}} + I_{5 \times 1000}^{\text{ППШ}*} + I_{5 \times 1000}^{\text{П}}^{**} = 0,091 + 0,0556 + 0,075 = 0,222 \text{ мм.}$$

$$S_{\text{ОСШ}} = S_{\text{Н}} + I_{5 \times 1000}^{\text{ППШ}*} + I_{5 \times 1000}^{\text{П}}^{**} = 0,091 + 0,0729 + 0,075 = 0,239 \text{ мм.}$$

* Износ коренных и шатунных шеек получен в результате исследований.

** Износ подшипников коренных и шатунных шеек получен расчётным путём.

Рассчитываем остаточный ресурс двигателя:

- по 4-й и коренной шейке. $R_{4\text{К}} = \frac{0,35 - 0,228}{0,129} \times 1000 \text{ ч.} = 0,95 \times 1000 \text{ ч.} = 950 \text{ ч.}$

- по 1-й коренной шейке. $R_{1\text{К}} = \frac{0,35 - 0,234}{0,135} \times 1000 \text{ ч.} = 0,8 \times 1000 \text{ ч.} = 800 \text{ ч.}$

- по шатунным шейкам в поперечной плоскости оси симметрии щек шатунных шеек. $R_{\text{ППШ}} = \frac{0,4 - 0,222}{0,131} \times 1000 \text{ ч.} = 1,36 \times 1000 \text{ ч.} = 1360 \text{ ч.}$

- по шатунным шейкам по оси симметрии щек шатунных шеек.

$$R_{\text{ОСШ}} = \frac{0,4 - 0,239}{0,148} \times 1000 \text{ ч.} = 1,09 \times 1000 \text{ ч.} = 1090 \text{ ч.}$$

Аналогичные расчёты произведём для всех тракторов и автомобилей из табл. 2, данные расчётов представим в табл. 3 и рис. 1.

Таблица 3 - Износ* и остаточный ресурс** коленчатого вала.

Марка, хоз. №	Год выпус- ка	Коренные шейки				Шатунные шейки			
		4-я шейка		1-я шейка		В поперечной плоскости		По оси симметрии	
		Износ	Ресурс	Износ	Ресурс	Износ	Ресурс	Износ	Ресурс
Беларус 82.1, хоз. №331	2008	0,0544	950	0,0601	800	0,0556	1360	0,0729	1090
Беларус 82.1, хоз. №332	2014	0,03	1390	0,04	1180	0,04	1690	0,05	1470
МТЗ-82.1, хоз. №188	2000	0,07	730	0,08	620	0,08	990	0,09	870
МТЗ-82, хоз. №297	1996	0,09	520	0,1	430	0,1	770	0,11	670
ДТ-75 ДРС-4, хоз. №255	1998	0,09	370	0,1	290	0,1	580	0,11	490
ДТ-75МЛ, хоз. №218	2000	0,07	560	0,08	460	0,08	780	0,09	670
Т-151К, хоз. №149	1995	0,09	460	0,1	380	0,1	840	0,11	700
ХТЗ-17221-21, хоз. №411	2013	0,03	1290	0,04	1100	0,04	1730	0,05	1510
КАМАЗ-53212	1996	0,09	37000	0,1	32000	0,1	28000	0,11	23600
КАМАЗ-45143	2012	0,03	90400	0,04	77500	0,04	72400	0,05	61700

* Износ – единица измерения, мм.

** Остаточный ресурс - единица измерения для трактора, час, для автомобиля км. пробега.

На основании исследований и проведённых расчётов видно, что тракторы Беларус 82.1, хоз. №331, 2008 года выпуска и Беларус 82.1, хоз. №332, 2014 года выпуска имеют ресурс коленчатого вала до проведения капитального ремонта трактора, у трактора МТЗ-82.1, хоз. №188 2000 года выпуска ресурс, кроме 1-й коренной шейки, достаточен до КР, у первой коренной шейки вероятность отказа до КР составляет 11,4%. У трактора МТЗ-82, хоз. №297, 1996 года выпуска ресурс недостаточен до проведения КР, поэтому на основании произведённых расчётов, при проведении ТО-3 было рекомендовано заменить вкладыши, ресурс в этом случае увеличится в 2,7 раза и будет достаточен до проведения капитального ремонта. Всего было обследовано 30 тракторов МТЗ-82, МТЗ-82.1, Беларус 82.1 и было предложено заменить коренные вкладыши у 4-х тракторов, шатунные вкладыши у 9-ти тракторов.

Аналогичное предложение по замене вкладышей было предложено по трактору ДТ-75 ДРС-4, хоз. №255, 1998 года выпуска, по замене коренных вкладышей у трактора ДТ-75МЛ, хоз. №218, 2000 года выпуска, у шатунных подшипников вероятность отказа до КР составляет 4,3%. Для трактора Т-151К, хоз. №149, 1995 года выпуска было предложено заменить коренные вкладыши.

У автомобиля КАМАЗ-53212 1996 года выпуска ресурс также недостаточен до проведения КР, поэтому на основании произведённых расчётов, при проведении текущего ремонта было рекомендовано заменить вкладыши, ресурс в этом случае увеличится в 3 раза и будет достаточен до проведения капитального ремонта. У КАМАЗ-45143, 2012 года выпуска при очередном текущем ремонте (ТР) при пробеге 256000 км необходимо провести углублённую диагностику кривошипно-шатунного механизма и по результатам диагностики принять решение о капитальном ремонте двигателя автомобиля.

Для планирования загрузки ремонтной мастерской и затрат на ремонт, через коэффициенты охвата ремонтом [1], рассчитаем количество КР для различных транспортно-технологических машин (ТТМ) на последующий год, данные расчётов представим в табл. 4.

Таблица 4. Количество капитальных ремонтов основных видов ТТМ.

Марка ТТМ	Количество, ед.	Коэффициент охвата КР	Количество КР, ед.
МТЗ-80 (82.1), ЮМЗ-6	63	0,14	9
ДТ-75М (Р), ВТ-100	6	0,15	1
Т-150К (ХТЗ-150К-09), ХТЗ-17221-21	8	0,14	1
К-701 (Р), К-744Р2	8	0,14	1
ГАЗ-3307	10	0,13	1
КАМАЗ, МАЗ	18	0,1	2

Зависимость остаточного ресурса от износа (на примере тракторов МТЗ-82, МТЗ-82.1, Беларус 82.1) представим на рис. 1.

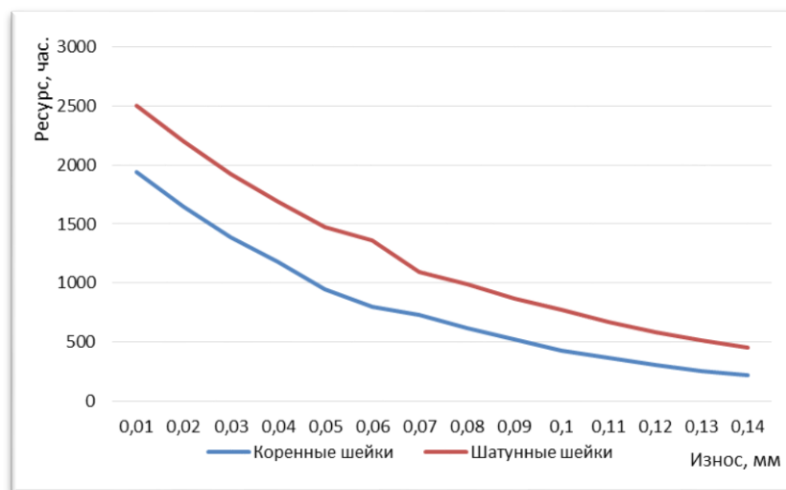


Рисунок 1 - Износ и остаточный ресурс коленчатого вала двигателя (на примере тракторов МТЗ-82, МТЗ-82.1, Беларус 82.1)

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

На основании проведённых исследований и произведённых расчётов можно сделать вывод о том, что ресурс двигателя, в частности коленчатого вала, напрямую зависит от износа коренных и шатунных шеек и подшипников. Износ же в свою очередь зависит от качества технического обслуживания, условий эксплуатации и эксплуатационных свойств транспортно-технологической машины.

Библиографический список:

1. Количество капитальных ремонтов. <http://www.transportpath.ru/> 08.12.2020
2. Юсупов М.Л., Иовлев Г.А., Голдина И.И., Кивирян А.М. Инструменты диагностики и регулировки работ двигателя автомобиля// В сборнике: Инженерно-технические решения. сборник студенческих технических решений. 2019. С. 133-134.
3. Уфимцев А.А., Иовлев Г.А. Роль диагностики в системе технического обслуживания и ремонта// Молодежь и наука. 2016. № 12. С. 67.
4. Новопащин Л.А., Денежко Л.В., Иовлев Г.А., Чирков Н.Ф., Садов А.А. Увеличение моторесурса и снижение токсичности ДВС путем применения присадок «Нанокор-Ф» в системе смазки ВАЗ-2108// Вестник науки Костанайского социально-технического университета имени академика Зулхарнай Алдамжар. 2015. № 1. С. 123-130.
5. Иовлев Г.А. Управление технической готовностью транспортно-технологических машин// АПК: регионы России. 2013. № 1. С. 6-9.
6. Королев А.Е. Прогнозирование ресурса двигателей// Евразийский союз ученых. 2016. № 12-2 (33). С. 52-56.
7. Королев А.Е. Факторы обеспечения ресурса двигателей// Евразийское Научное Объединение. 2018. № 1-1 (35). С. 40-41.

8. Королев А.Е. Экспертное прогнозирование ресурса двигателей// NovaUm.Ru. 2018. № 11. С. 26-27.
9. Королев А.Е. Прогнозирование ресурса двигателей на этапе ремонта// В сборнике: Инновационные технологии в науке и образовании. сборник статей VII Международной научно-практической конференции: в 2 частях. 2018. С. 60-62.
10. Королев А.Е. Технологическое формирование ресурса двигателей// Наука и образование: новое время. 2019. № 1 (30). С. 88-92.
11. Галиев Р.М., Нигметзянова В.М., Назаров Ф.Л., Хафизов Р.А. Исследование в определении остаточного ресурса двигателя при эксплуатации//Транспортное дело России. 2019. № 2. С. 121-124.
12. Алиев Ж.А., Пак И.А., Мухтаров Т.М., Турдыбеков М.К. Влияние режимов эксплуатации на ресурс дизельных двигателей// Международный журнал экспериментального образования. 2017. № 1. С. 52-56.
13. Larry X.C. Practical Methods for Analyzing the Reliability of Repairable Systems. URL: <https://www.reliasoft.com> (14.12.2020)
14. Jodejko-Pietruczuk A., Werbińska-Wojciechowska S. Analysis of maintenance models' parameters estimation for technical systems with delay time. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*. 2014. 16 (2). P. 288–29.

References

1. The number of major repairs. <http://www.transportpath.ru/> 08.12.2020
2. Yusupov M. L., iovlev G. A., Goldina I. I., Kiviryana A.M. Tools for diagnostics and adjustment of car engine operations// In the collection: Engineering and technical solutions. collection of student technical solutions. 2019. Pp. 133-134.
3. Ufimtsev A. A., iovlev G. A. the Role of diagnostics in the system of maintenance and repair// Youth and science. 2016. No. 12. P. 67.
4. Novopashin L. A., Denezhko L. V., iovlev G. A., Chirkov N. F., Sadov A. A. Increase in motor life and reduction of internal combustion engine toxicity by applying additives "Nanokor-F" in the lubrication system VAZ-2108// Bulletin of science of Kostanay socio-technical University named after academician Zulkharnai Aldamzhar. 2015. No. 1. Pp. 123-130.
5. iovlev G. A. Management of technical readiness of transport and technological machines. 2013. No. 1. Pp. 6-9.
6. Korolev A. E. Forecasting the engine resource/ / Eurasian Union of scientists. 2016. No. 12-2 (33). Pp. 52-56.
7. Korolev A. E. Factors of ensuring the resource of engines/ / Eurasian Scientific Association. 2018. No. 1-1 (35). Pp. 40-41.
8. Korolev A. E. Expert forecasting of engine life. NovaUm.Ru 2018. No. 11. Pp. 26-27.

9. Korolev A. E. Forecasting engine life at the repair stage// In the collection: Innovative technologies in science and education. collection of articles of the VII International scientific and practical conference: in 2 parts. 2018. Pp. 60-62.
10. Korolev A. E. TEKhnOLOGIChESKOE formirovanie resursa dvigatel ' [Technological formation of engine resource]. 2019. No. 1 (30). Pp. 88-92.
11. Galiev R. M., Nigmatzyanova V. M., Nazarov F. L., Hafizov R. A. Research in determining the residual life of the engine during operation//Transport business of Russia. 2019. No. 2. Pp. 121-124.
12. Aliev Zh. a., Pak I. A., Mukhtarov T. M., Turdybekov M. K. Influence of operating modes on the resource of diesel engines// international journal of experimental education. 2017. No. 1. Pp. 52-56.
13. Larry H. C. Practical Methods for Analyzing the Reliability of Repairable Systems. URL: <https://www.reliasoft.com> (14.12.2020)
14. Jodejko-Pietruczuk A., Werbińska-Wojciechowska S. Analysis of maintenance models' parameters estimation for technical systems with delay time. Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability. 2014. 16 (2). P. 288-29.