

Секция НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пономарев М.А. - магистрант, Яковлев В.Т. – к.т.н., доцент, Салеев Ф.И. - к.т.н., доцент
О КОНСТРУКЦИЯХ ПРИВОДОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ «ШТАНГА» ПАРОВЫХ КУЛЬТИВАТОРОВ3
2. Чуклин Н.М. – студент, Угаров В.А. – студент, Харченко О.А. – студент, Сороченко С.Ф. – к.т.н., доцент
РАЗРАБОТКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЧЕТЫРЕХРЯДНОГО РОТОРНОГО ЩЕЛЕОБРАЗОВАТЕЛЯ6
3. Чирков М.С. – студент, Дрюк В.А. – к.т.н., доцент
РАЗРАБОТКА ПЕРЕБОРОЧНОГО СТОЛА КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО МИНИКОМБАЙНА10
4. Дорохин С.А. - студент, Камышов Ю.Н. - к.т.н., доцент, Макарова Н.А. - к.т.н., доцент
ПРОВЕДЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КОРМОВОЙ СМЕСИ, ПОЛУЧЕННОЙ С ПОМОЩЬЮ ДИСМЕМБРАТОРА ЦЕНТРОБЕЖНО-РОТОРНОГО ТИПА12
5. Никандров Н. Ю. – студент, Дрюк В.А. – к.т.н., доцент
РАЗРАБОТКА КОРПУСА РЕДУКТОРА МОТОКУЛЬТИВАТОРА ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА14
6. Гринёв А.К. – студент, Дрюк В.А. – к.т.н., доцент
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВЛАГОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ КОМПОЗИЦИИ ПОСЕВНОГО КОМПЛЕКСА17
7. Шишколова М. А. – магистрантка гр. 8ЭМ-72, Свистула А. Е. – д.т.н., профессор, Матиевский Г. Д. – к.т.н., доцент
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО РЕЛЬЕФА (АВТОМОБИЛЬНАЯ ДОРОГА «БЕЛОКУРИХА - 2»)19
8. Ларионов Е.А. – студент, Дрюк В.А. – к.т.н., доцент
ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ24
9. Шишколова М.А. – магистрантка гр.8ЭМ-72, Свистула А.Е.– д.т.н., профессор
АНАЛИЗ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ25
10. Арефьев А.С. – студент гр. 8ЭМ-72, Свистула А.Е – д.т.н., профессор
БИОТОПЛИВО. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЭКОЛОГИЧНЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ БИОТОПЛИВ27
11. Тютиков С.А. студент гр. 8ЭМ-72, Свистула А.Е – д.т.н., профессор
СНИЖЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПРИМЕНЕНИЕМ ВОДО-ТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЙ29

12. Щербаков Д.А., Гриценко А.А. – 8ЭМ-62, Свистула А.Е – д.т.н., профессор
ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА ПРЕЦИЗИОННЫХ ПАР ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ И
ФОРСУНОК ДИЗЕЛЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВПРЫСКА И ТЕПЛО ВЫДЕЛЕНИЯ32
13. Мамчур К. В. – студент гр. 8ЭМ-62 Тютиков С.А. – студент гр. 8ЭМ-72, Свистула А.Е –
д.т.н., профессор
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РОТОРНО-ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА
ТРАНСПОРТЕ.....38

О КОНСТРУКЦИЯХ ПРИВОДОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ «ШТАНГА» ПАРОВЫХ КУЛЬТИВАТОРОВ

Пономарев М.А. - магистрант, Яковлев В.Т. – к.т.н., доцент, Салеев Ф.И. - к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Актуальность. Важную роль в создании благоприятных условий при возделывании культур в агропромышленном комплексе играет качественная обработка почвы с использованием современных машин и орудий. Один из важнейших агротехнических приемов получения высоких урожаев – предпосевная обработка и уход за паровыми полями, которые осуществляют культиваторами для сплошной обработки (паровыми культиваторами).

Вместе с широко распространенными стрельчатыми лапами в паровых культиваторах в качестве рабочих органов используются штанги – стальные стержни, установленные в подшипниках грядилей, параллельно поверхности поля. Применяют штанги квадратного, круглого, шестиугольного сечений с диаметром описанной окружности равным 25 мм и 32 мм [1, с.60-61].

Постановка задачи. Цель данной работы - анализ конструкций приводов штанг по патентной и научно-технической литературе и изучение влияния этих устройств на эффективность борьбы с сорняками.

Результаты. Нами были выявлены следующие типы приводов штанг:

- штанги без привода от посторонних источников энергии. Ее работа происходит от вращательного момента, возникающего от контакта штанги с почвой. К таким конструкциям относится, например, штанга по А.с. 1604175 (SU), МПК А01В35/00 [2, с.1-2];

- штанги с приводом от опорных колес культиватора. При этом штанга установлена соосно опорным колесам культиватора и, следовательно, направление ее вращения задается и совпадает с направлением вращения опорных колес. К таким конструкциям относятся, например, штанга по А.с. 1531870 (SU), МПК А01В35/18 [3, с.1-3];

- штанги с приводом от опорных колес культиватора. При этом штанга установлена дистанционно опорным колесам культиватора. В приводе штанги используется реверс, то есть, направление ее вращения противоположно направлению вращения опорных колес. К таким конструкциям относятся, например, привод штанги противоэрозионного культиватора КПЭ-3,8 [1, с.60-61].

Методика и методология исследований

Анализ типов привода показал, что для эффективного уничтожения сорняков с помощью штангового культиватора необходимо, чтобы штанга была заглублена в почву и вращалась в направлении обратном направлению вращения опорных колес культиватора. При таком направлении вращения штанги обеспечивается уничтожение сорняков путем наматывания на штангу, извлечения из почвы и выноса на поверхность поля. Отсюда следует, что только третий из указанных выше типов привода штанг может обеспечить эффективное уничтожение сорняков.

Однако конструкция привода штанги по третьему типу довольно сложна вследствие того, что вращение штанги от ходовых колес происходит через цепные или зубчатые с карданным валом передачи.

Из научно-технической литературы и патентно-технической литературы известны попытки упрощения конструкции привода штанги, выполненного по третьему типу. При этом действует ограничение – для эффективного уничтожения сорняков штанга должна вращаться в направлении обратном направлению вращения опорных колес культиватора. В основу усовершенствования принимается схема привода штанги, выполненной по второму типу (см., например, техническое решение, описанное в авторском свидетельстве СССР № 287434).

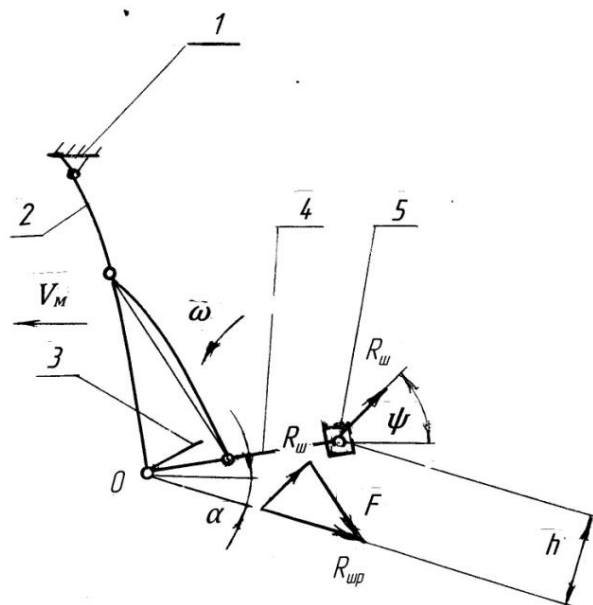


Рисунок 1 - Схема культиваторной приставки со штангой по авторскому свидетельству СССР № 287434

На рисунке 1 приняты следующие обозначения: $R_{ш}$ – сила рабочего тягового сопротивления штанги, F – сила упругости пружины, $R_{шп}$ – результирующая сил $R_{ш}$ и F .

Штанговая приставка содержит раму 1, связанную со стойками 2, снабженными лапами 3, жесткие подвески 4, шарнирно прикрепленные к стойкам 2, штангу 5, установленную на подвесках 4 и снабженную пружиной 6 (на рисунке 1 показана в виде дуги, стянутой тонкой прямой линией). Здесь V_M – направление движения культиватора, оборудованного приставкой, ω – направление вращения штанги, α – угол приложения сил $R_{ш}$ и F относительно горизонта, ψ – угол приложения силы $R_{ш}$ относительно горизонта.

Усовершенствование привода заключается в том, что штанга крепится на подвесках в сферических защищенных подшипниках. Впереди штанги по ходу движения культиватора установлена плоская пружина (а.с. № 287434, МПК А01В35/18) [5, с.1-2].

Проанализируем, способствует ли установка пружины (а.с. RU № 287434) впереди штанги изменению ее направления в обратном направлении вращения опорных колес культиватора.

С этой целью с помощью графо-аналитического метода Жуковского [4, с.91-96] построим треугольник сил $R_{ш}$, F и $R_{шп}$ (см. рисунок 2) относительно общей точки их пересечения показывает, что момент, создаваемый результирующей силой $R_{шп}$, приложенной к подвеске на плече h относительно полюс O , вращает штангу в ее подшипниках вокруг своей оси в направлении, совпадающем с направлением вращения ходовых колес культиватора (по часовой стрелке).

Вместе с тем, как было указано выше, известно, что для увеличения эффективности выдергивания корней вместе с сорняками и выбрасывания их на поверхность почвы необходимо, чтобы штанга вращалась в направлении против направления вращения ходовых колес культиватора.

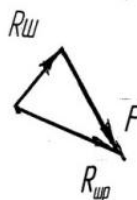


Рисунок 2 - Треугольник сил, приложенных к штанге, выполненной по авторскому свидетельству СССР № 287434

Выводы:

1. Таким образом, схема привода штанги по патенту RU № 287434, МПК A01B35/18, упрощая конструкцию привода штанги по типу три привода, не решает задачу повышения эффективности уничтожения сорняков при обработке почвы паровыми штанговыми культиваторами.

2. В связи с этим необходимо продолжить поиск схем привода штанг культиваторов простых по конструкции и реализующих вращение этого устройства в направлении против направления вращения ходовых колес культиватора.

Список литературы

1. Харьковский, В.И. Обоснование и расчет основных параметров почвообрабатывающих машин. [Текст]: Учебное пособие.- 2-е изд. испр. /В.И. Харьковский, Э.Б. Щербина, Н.Н. Мирошниченко - Ростов н/Д: Рост.гос. акад. с-х. машиностр., 2008. - 108 с.

2. Культиватор - плоскорез [Текст]: Пат. на изобретение №1604175 (SU): МПК A01B35/00 /Иорданский Р.Б., Тростянский С.А., Каюшников Ю.Л. и др. заявитель и патентообладатель «Головное специализированное конструкторское бюро по противозрозионной технике», опубл. 07.11.1990, Бюл. № 41 .- 2 с: ил.

3. Почвообрабатывающее орудие [Текст]: Пат.на изобретение №1531870 (SU): МПК A01B39/19 /Гайфуллин Г.З., Гарнардт В.Р., Яненко А.А. и др. заявитель и патентообладатель Научно-производственное объединение по механизации и электрификации сельского хозяйства «Целинсельхозмеханизация», опубл. 30.12.1989, Бюл. № 48 .- 3 с: ил.

4. Босой, Е.С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. [Текст] /Е.С. Босой, О.В. Верняев, И.И. Смирнов, Е.Г. Султан-Шах.- М: Машиностроение. 1977. - 568 с.

5. Штанговый культиватор [Текст]: Авт. свидетельство на изобретение №287434 (SU): МПК A01B35/18 /Федоров Е.Б. заявитель и патентообладатель Федоров Е.Б., опубл. 19.11.1970, Бюл. № 35 .- 2 с: ил.

6. Дубров, В.В. Распределение семян некоторыми типами сошников зернотуковых сеялок [Текст]/В.В. Дубров, В.Т. Яковлев, Ф.И.Салеев // Применение нанотехнологий в транспортно-технологическом комплексе. Проблемы и перспективы рационального использования. Молодежная международная научно-практическая конференция/ Воронеж, ВГЛУ им.Г.Ф. Морозова.-2026.- т.3. №2(5). – с. 219-223.

7. Салеев Ф.И., Яковлев В.Т., Пономарев М.А. Анализ конструкции приводов рабочих органов «штанга» культиваторов для сплошной поверхностной обработки почвы: [Текст] Аграрная наука в XXI веке: Проблемы и перспективы. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции / Под ред.Е.Б.Дудниковой.- Саратов: ФГБОУ Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, ООО «ЦеСАин», 2018.. – с.557–561.

РАЗРАБОТКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ
ЧЕТЫРЕХРЯДНОГО РОТОРНОГО ЩЕЛЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Чуклин Н.М. – студент, Угаров В.А. – студент, Харченко О.А. – студент,
Сороченко С.Ф. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

При производстве саженцев плодовых, ягодных и лесодекоративных растений производится доращивание посадочного материала. В плодопитомниках посадка сеянцев на доращивание осуществляется на глубину 10...12 см, отводков - 20...25 см. Предварительно подготавливается щель с заданной глубиной (ширина щели 70 мм, а ширина междурядий 700 мм). Для этой задачи наиболее эффективно использовать роторные щелеобразователи, которые в настоящее время машиностроительными заводами не производятся. По заказу плодопитомника сотрудниками Студенческого конструкторского бюро АлтГТУ разработан, изготовлен и испытан роторный щелеобразователь для посадки саженцев на доращивание.

Целью работы является разработка конструкции щелеобразователя для посадки саженцев на доращивание.

Сформулированы агротребования, предъявляемые к щелеобразователю:

- глубина щели должна быть равномерной, перепады не должны превышать ± 10 мм;
- отклонения ширины щели не должны превышать ± 5 мм;
- не допускается осыпание почвы в щели более 5 %;
- ряды растений должны быть расположены прямолинейно, отклонения ширины основных междурядий не должны превышать ± 2 см;
- отклонение стыковых рядов не должно превышать ± 5 см;
- посадочный материал из питомников должен отвечать требованиям по качеству и параметрам, установленным государственным стандартом ГОСТ 24909-81 с изменениями от 01.01.1988, ГОСТ 25769-83 с изменениями от 01.01.1989, ГОСТ 26869-86.

Выполнен анализ конструкций машин для посадки саженцев по технической и патентной литературе. Наиболее близкими по конструкции разрабатываемой машины являются почвенные фрезы [1]. Так, фреза почвообрабатывающая [2] предназначена для поверхностного взрыхления почвы без вращения слоя при освоении осушенных болот и задернённых минеральных почв, при коренном улучшении лугов и пастбищ, добычании торфа, а также при обрабатывании слоя почвы после пахоты. Фрезерный барабан с ножами, вращаясь вокруг своей оси, перемещается в плоскости, перпендикулярной к оси вращения. При этом осуществляется сплошное взрыхление и измельчение почвы и дернины на глубину 25 - 30 см. Фрезерный барабан, насаженный на вал, состоит из нескольких секций-дисков, на каждом из которых закрепляют от двух до восьми ножей. Диск может вращаться относительно вала при встрече ножей с препятствием за счёт применения фрикционной передачи.

Полевые фрезы [3] применяются для разделки пластов после пахоты лемешными плугами, глубокой предпосевной обработки под овощные культуры и картофель, уничтожения сорняков на парах и рисовых полях, залитых водой, обработки пересушенных и переувлажненных почв. Фрезы лучше других почвообрабатывающих машин перемешивают с почвой органические и минеральные удобрения, известь, торф, навоз, сидеральные культуры. К полевым фрезам относятся ФН-125, ФП-2 и КФГ-3,6, а также вертикально-фрезерные культиваторы КВФ-2,8, КВС-3.

Выявлены тенденции совершенствования щелеобразователей: снижение энергоемкости обработки почвы; упрощение конструкции; уменьшение металлоемкости конструкции; повышение эксплуатационной надежности; обеспечение качественной обработки почвы. Наиболее близким по технической сущности к разрабатываемому устройству является почвообрабатывающее орудие – щелеобразователь (патент №2189708, А01В 13/02, 35/08), включающий несущую раму, секции активных щелеобразователей и закрывающий их кожух,

опорные колеса, рыхлители-коркоразрушители, трехступенчатый редуктор привода с трансмиссионным валом, блок ведущих звездочек, карданный вал привода и выносной гидроцилиндр, кинематически связанный с дополнительной рамой.

Для определения гребнистости дна борозды (параметра, характеризующего качество работы машины), определена траектория абсолютного движения ножа. При работе щелереза любая точка ножа совершает сложное движение: вращательное со скоростью ω вокруг оси ротора (точка O) и поступательное со скоростью v_m агрегата (рисунок 1) [1,4].

Траектория конца ножа ротора представляет собой циклоиду, описываемую уравнениями [1,4]

$$\begin{cases} x = v_m \cdot t + R \cdot \sin \omega t \\ y = R \cdot \cos \omega t \end{cases}$$

где R – расстояние от центра вала до конца ножа; t – время; v_m – скорость движения машины.

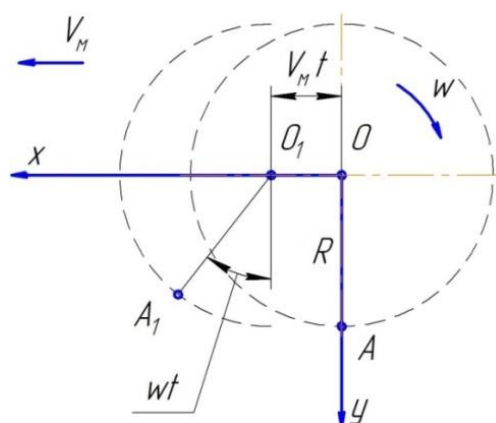
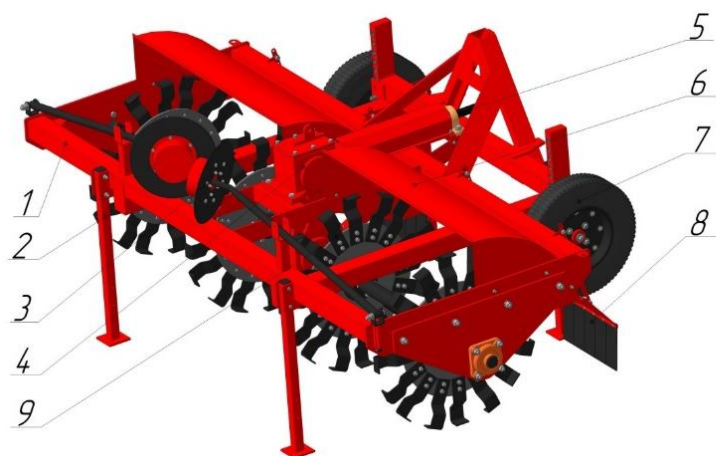


Рисунок 1 – Схема для определения закона движения ножа ротора

Построение траекторий ножей выполнили с помощью пакета программ Mathcad. Выявлено, что гребнистость дна борозды равна 0,00025 м, что вполне удовлетворяет агротехнических требованиям.

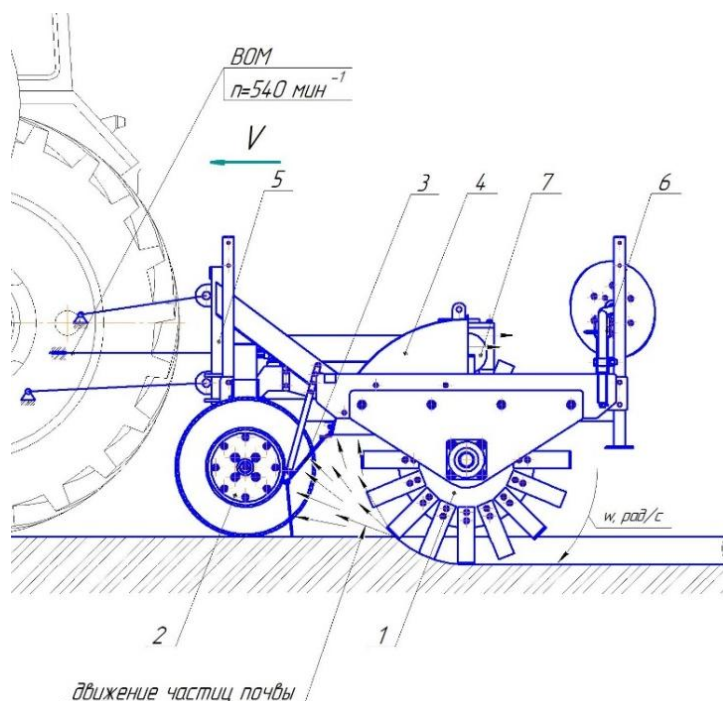
Разработана конструкция роторного четырехрядного щелеобразователя (рисунок 2). Роторный четырехрядный щелеобразователь состоит из рамы 1, с установленными промежуточным валом 5, опорными колесами 7, редуктором 4, активными дисковыми роторами 9. Опорные колеса 7 закреплены на раме 1 в направляющих элементах и фиксируемые штифтами. Для направления и ограничения разбрасывания почвы на раме 1 закреплен щиток 6, который выполнен коаксиально дисковым - активным ротором 9, а в передней части кожуха 6 закреплен подвижный отбойник 8, положение которой регулируется длиной тяги.

Роторный четырехрядный щелеобразователь работает следующим образом. Производится включение ВОМ трактора. Щелеобразователь с помощью навески опускается до соприкосновения опорных колес с почвой. Рабочие органы (роторы) заглубляются на заданную глубину. При перемещении трактора по полю роторы вращаются в обратном направлении относительно движения агрегата. Ножи ротора захватывают почву и выбрасывают ее вперед, где она, ударяясь об отбойник, падает на необработанную поверхность поля (рисунок 3).



1 – рама; 2 – подставка; 3 – маркер; 4 – редуктор; 5 – вал промежуточный; 6 – щиток; 7 – колесо опорное; 8 – отбойник; 9 – ротор

Рисунок 2 – Предлагаемая конструкция роторного четырехрядного щелеобразователя



1 – ротор; 2 – колесо опорное; 3 – отбойник; 4 – щиток; 5 – сцепка; 6 – маркер; 7 – редуктор

Рисунок 3 – Технологическая схема роторного четырехрядного щелеобразователя

Определены параметры щелеобразователя: подача на нож $S = 0,05$ м; диаметр ротора 0,75 м; количество ножей $z=16$; частота вращения ротора $n=242$ об/мин; мощность необходимая для работы щелеобразователя $N=14,13$ кВт. Подобран редуктор с передаточным числом $i=2,4$ (заимствован с почвенной фрезы 1GQN-160).

Изготовлен опытный образец щелеобразователя (рисунок 4). Проведены полевые испытания, по итогам которых, выявлено, что конструкция работоспособна, удовлетворяет агротехническим требованиям.



Рисунок 4 – Опытный образец щелеобразователя

Выводы

1. На основании анализа, выполненного по патентной и технической литературе, выявлены тенденции развития, недостатки щелеобразователей и почвенных фрез.
2. Разработана конструкция роторного четырехрядного щелеобразователя с симметричным расположением рабочих органов.
3. Определены параметры щелеобразователя: скорость перемещения агрегата $V=5$ км/ч; толщина снятия стружки одним ножом ротора $S = 0,023$ м; подобрана форма ножа; мощность, требуемая для работы щелеобразователя $N = 14,13$ кВт; подобран редуктор.
4. Разработана пространственная модель и конструкторская документация опытного образца щелеобразователя.
5. Изготовлен и испытан опытный образец щелеобразователя.

Список литературы

1. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин: Учебник для вузов сельскохозяйственного машиностроения [Текст] / Е.С. Босой, О.В. Верняев, И.И. Смирнов, Е.Г. Султан-Шах/ Под ред. Е.С. Босого – 2-е изд., перераб. И доп.- М.: Машиностроение, 1978.-586 с.
2. Фреза почвообрабатывающая [Электронный ресурс]. URL: https://www.avito.ru/moskva/gruzoviki_i_spetstehnika/freza_pochvoobrabatyvayuschaya_dlya_min_i_mtz-132n_povaya_567574040 (дата обращения 01.06.2017).
3. Полевая фреза[Электронный ресурс]. URL: <http://alcala.ru/bse/izbrannoe/slovar-F/F12190.shtml> (дата обращения 01.06.2017).
4. Яковлев, В.Т. Основы проектирования и расчет ротационных почвообрабатывающих машин: учебное пособие / Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова.- Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2006. - с. 105.

РАЗРАБОТКА ПЕРЕБОРОЧНОГО СТОЛА
КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО МИНИКОМБАЙНА

Чирков М.С. – студент, Дрюк В.А. – к.т.н., доцент

Производство картофеля является весьма трудоемким процессом. Наибольшие затраты приходится на уборку. Картофелеуборочные комбайны значительно повышают производительность труда овощеводов за счет значительной механизации работ, снижают привлечение к уборке людской силы. Комбайны от зарубежных компаний бережно обрабатывают клубни, обеспечивают низкий уровень потерь урожая. Отечественные комбайны более приспособлены для работы по тяжелым почвам и просты в обслуживании.

Создание более совершенных картофелеуборочных машин является одной из актуальнейших задач, стоящих перед сельскохозяйственным машиностроением России. При решении проблемы механизации уборки картофеля конструкторы столкнулись с рядом технических трудностей. Перед отечественными производителями сельскохозяйственной техники стоит трудная задача выпуска картофелеуборочных комбайнов, отвечающим современным требованиям.

Цель исследования: разработка переборочного стола картофелеуборочного миникомбайна.

Задачи исследования:

- 1) установить требования к процессу работы переборочного стола;
- 2) сформулировать техническое предложение;
- 3) разработать технологическую схему, выполнить технологический расчет;
- 4) обосновать технологические и конструктивные параметры.

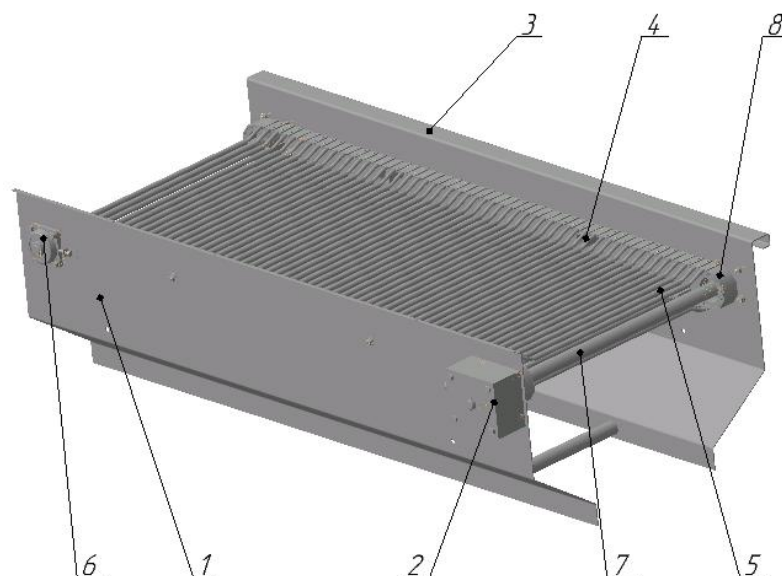
Перед тем, как начать проектировать переборочный стол, были установлены агротехнические требования к переборочному столу:

- количество поврежденных клубней с забоинами и неглубокими царапинами не должно превышать 2%, порезанных - 1,5%;
- скорость движения не более 0,4-0,6 м/с;
- количество переборщиков не менее 2 человек.

Прототипом выбран картофелеуборочный комбайн А10 «Скаут». Проанализировав конструкцию переборочного стола картофелеуборочного миникомбайна, были выявлены следующие недостатки:

- значительный шум;
- большое количество трущихся деталей.

Для разработки конструкции переборочного стола, была создана его трехмерная модель (рисунок 1), а далее разработан комплект конструкторской документации в виде чертежей и спецификаций.



1- левая стенка; 2- редуктор; 3- правая стенка; 4- ролик опорный; 5- пруток; 6- узел подшипниковый; 7- вал приводной; 8- ремень приводной

Рисунок 1- Переборочный стол.

Основные параметры переборочного стола:

- Ширина переборочного стола 800 мм;
- Скорость движения прутков $0.4 \text{ м/с} = 1.44 \text{ км/ч}$;
- Длина переборочного стола обусловлена конструкцией картофелеуборочного миникомбайна и равна 1800 мм;
- Расстояние между прутками переборочного стола равно 30 мм.

Закключение: в ходе работы был спроектирован переборочный стол картофелеуборочного миникомбайна. Выполнены технологический, кинематический расчеты, в соответствии с которыми, выявлены основные габаритные размеры, рассчитана прочность и износостойкость основных элементов. Понижен уровень шума при работе и уменьшено количество трущихся деталей.

Список литературы

1. Акимов К.Н. Гражданская оборона на объектах сельхозпроизводства. /К.Н. Акимов, В.Г. Ильин М.: Колос, 1987. - 273 с.
2. Биргер А.Н. Расчет на прочность деталей машин. /А.Н. Биргер М.: Машиностроение, 1979. — 376 с.
3. Картофелеуборочный комбайн А10 Скаут. [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://agrix.agrobiz.net/goods/kartofeleuborochniy-kombayn-842443/>

**ПРОВЕДЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КОРМОВОЙ СМЕСИ,
ПОЛУЧЕННОЙ С ПОМОЩЬЮ ДИСМЕМБРАТОРА ЦЕНТРОБЕЖНО-РОТОРНОГО ТИПА**

Дорохин С.А. - студент, Камышов Ю.Н. - к.т.н., доцент, Макарова Н.А. - к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Актуальность темы. Свиноводство является одной из важнейших и стратегически значимых подотраслей животноводства для обеспечения продовольственной безопасности России и ее регионов, так как особая роль мяса и мясных продуктов определяется их значимостью как основного источника белков животного происхождения в рациональном питании человека. Отмечается достаточно устойчивый прирост производства свинины в хозяйствах всех форм собственности, но имеется целый ряд системных проблем развития, таких как низкий технологический уровень производства; дефицит квалифицированных кадров; отсутствие собственной мощной племенной базы; ветеринарные проблемы.[1]

Для приготовления кормов применяются разнообразные технологии, чаще всего, состоящие из пяти и более операций для их получения. Современное оборудование для получения кормосмесей для свиней при современном технологическом прогрессе не отвечает возрастающим требованиям промышленности.

Цель работы. Исследование качества приготовления корма полученного с помощью дисмембратора центробежно-роторного типа путем проведения биохимического анализа.

Решение. Для проведения биохимического анализа получаемого жидкого корма достигнута договоренность с Федеральным государственным бюджетным учреждением «Центральная научно-производственная ветеринарная радиологическая лаборатория» о совместном проведении исследований на имеющемся у них оборудовании. Основное внимание решено было уделить аминокислотам, показателям качества корма, физико-химическим показателям и химическим элементам, входящим в состав жидкой кормовой смеси.

По результатам пробы выявлено следующее: содержание метионина в кормах должно быть в диапазоне 0.7-0.75%. Как видно из гистограммы (рисунок 1), содержание метионина в пробе находится в пределах нормы (0,72%). В свою очередь, содержание лизина несколько занижено, относительно табличных значений и составляет 0.61%.



Рисунок 1 - Содержание аминокислот в исследуемой пробе

Очень важным в составе кормосмесей являются показатели качества корма (рисунок 2). К ним относят такие показатели как: массовая доля жира, массовая доля крахмала, массовая доля сырого протеина и т. п.



Рисунок 2 - Показатели качества

Из данной гистограммы видно, что все исследованные показатели качества относительно табличных данных находятся в нормативных пределах[2].

Таблица 1 - Сравнительная таблица показателей качества.

Показатель и качества	Каротин	Кормов. Ед.	Массовая доля влаги	Массовая доля жира	Массовая доля крахмала	Массовая доля сырого протеина	Обменная энергия	Массовая доля сырой клетчатки	БЭВ
Табл.	до 54	0.9-1.2	5-10	1,8-4	20-40	15-18	10,5-11,5	5-10	3-70
Эксперим.	10	1	7	2,3	26	13,6	11,1	8,6	68,5

В ходе анализа на химические элементы выявлено, что наблюдается недостаточное количество кобальта (0,45 вместо 2.2), фосфора (0.91 вместо 13), кальция (1,1 вместо 15), меди (13,3 вместо 22). Так же наблюдается незначительный недостаток марганца (85 вместо 86). Однако железо и цинка в пробе содержится положенное количество (железо от 158 – табличное значение, в пробе 160, цинка от 106 – табличное значение, в пробе 116,2). Результаты исследований на химические элементы представлены на рисунке 3:

Химические элементы

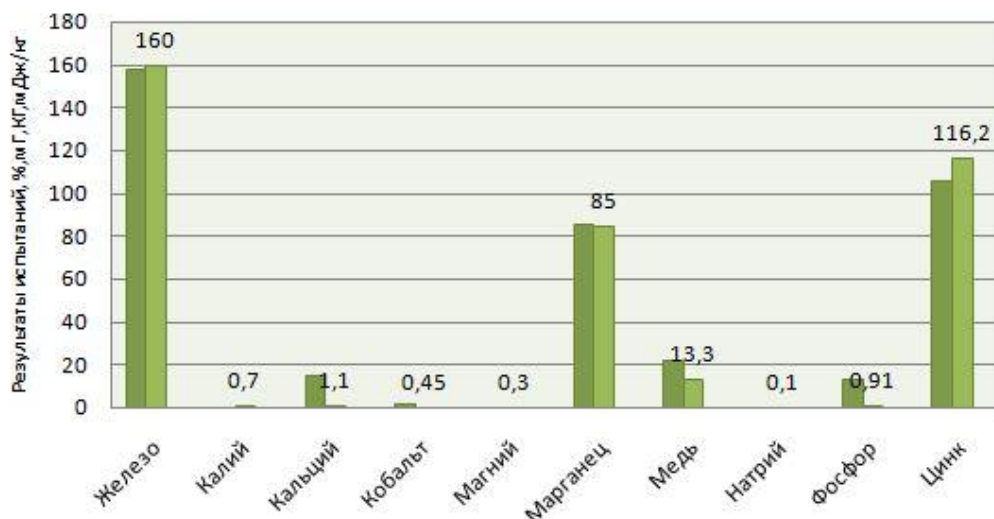


Рисунок 3 - Сравнительная гистограмма химических элементов полученных с нормативными

После проведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Целесообразно использовать в приготовлении жидких кормовых смесей дисмембратор центробежно-роторного типа.
2. Необходимо экспериментально подбирать ингредиенты для приготовления кормовых смесей, путем добавления или уменьшения их количества.

Список литературы

1. Анищенко А.Н. / Актуальные проблемы и перспективы развития подотрасли свиноводства // Проблемы развития территории. 2017. №4 (90). Электрон.дан. - Режим доступа :<https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-problemy-i-perspektivy-razvitiya-podotrasli-svinovodstva>
2. Методические указания по оценке качества и питательности кормов [Электронный ресурс]: Электрон.дан. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200113892> - Загл. с экрана.

РАЗРАБОТКА КОРПУСА РЕДУКТОРА МОТОКУЛЬТИВАТОРА ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

Никандров Н. Ю. – студент, Дрюк В.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Сельское хозяйство издавна было и в настоящее время является наиболее жизненно-важной и трудоемкой отраслью народного хозяйства страны. Его эффективность всегда определялось научно-техническим процессом, внедрением достижений науки и передового опыта в производство, повышением культуры земледелия, высокой организацией проведения намеченных работ.

Для получения хорошего урожая необходимо проводить обработку почвы в целях уничтожения сорняков и обеспечения лучшего доступа воздуха к корням растений.

Сорняки не только расходуют много воды и питательных веществ почвы, но, обгоняя высаживаемые растения в росте, особенно в период укоренения, сильно заглушают его, задерживают его формирование и развитие в целом.

Для уничтожения сорняков и обработки почвы на садовых участках используются ручные культиваторы с почвенными фрезами, расположенными на горизонтальном или вертикальном валах. Культиваторы могут оснащаться как электрическими, так и бензиновыми двигателями.

Цель исследования: разработка ручного мотокультиватора шириной захвата 0,35 м.

Задачи исследования:

1) установить агротребования к обработке почвы;
2) провести анализ существующих конструкций, выявить прототипы и аналоги разрабатываемого объекта;

3) сформулировать техническое предложение;

4) разработать технологическую схему машины;

5) выполнить технологический, кинематический и проверочный расчеты;

6) разработать пространственную модель и конструкторскую документацию;

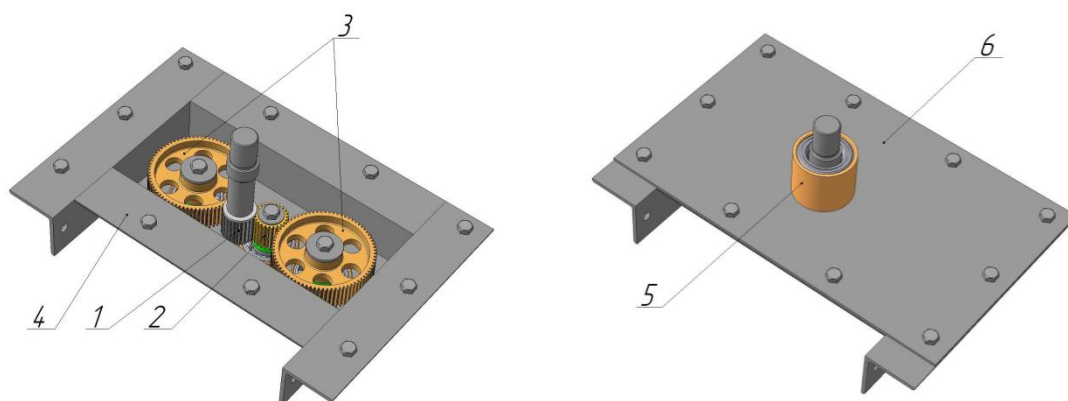
Перед проектированием мотокультиватора, были определены агротехнические требования к обработке почвы:

- отклонение от заданной глубины культивации допускается не более ± 1 см;
- фактическая ширина защитной зоны должна отличаться от заданной не более ± 2 см;
- гребнистость обработанной поверхности не должна превышать ± 2 см;
- агротехнически допустимые максимальные скорости движения агрегатов при использовании защитных устройств, предохраняющих растения от засыпания почвой, не должны превышать 9 км/ч.

В качестве прототипа был выбран ручной культиватор «ЛопЛош» с вертикальным расположением рабочих органов. Проанализировав конструкцию мотокультиватора, были выявлены следующие недостатки:

- шумная работа;
- неразборный корпус редуктора;
- невозможность дефектовки и ремонта при возникновении неисправностей.

Для разработки конструкции мотокультиватора была создана его трехмерная модель (рисунок 1), а далее разработан комплект конструкторской документации в виде чертежей и спецификаций.

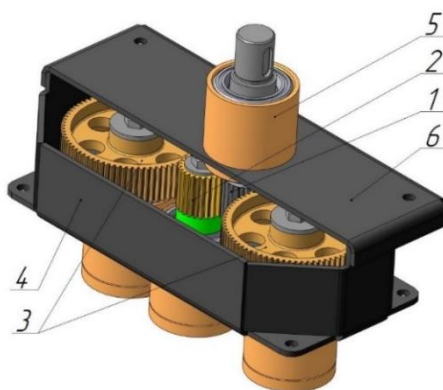


1 – шестерня ведущая; 2 – шестерня промежуточная; 3 – колесо зубчатое;

4 – корпус редуктора; 5 – узел подшипниковый; 6 – крышка редуктора.

Рисунок 1 - Пространственная модель редуктора мотокультиватора

Далее для данной конструкции редуктора был разработан корпус из листового материала (рисунок 2). Корпус состоит из двух деталей, которые изготавливаются из листа Стали 30, имеющего толщину 4 мм. Такая конструкция корпуса позволяет снизить массу, материалоемкость и габаритные размеры готового изделия, а также сделать процесс изготовления и сборки более технологичным.



1 – шестерня ведущая; 2 – шестерня промежуточная; 3 – колесо зубчатое;
4 – корпус редуктора; 5 – узел подшипниковый; 6 – крышка редуктора.

Рисунок 2 – Пространственная модель редуктора в разработанном корпусе.

Основные параметры мотокультиватора:

- Ширина захвата 0,35 м;
- Скорость движения ~2 км/ч;
- Часовая производительность 0,019 га/ч;
- Потребляемая мощность 0,6 кВт.

Заключение: в ходе работы был спроектирован корпус редуктора ручного мотокультиватора. Выполнены технологический, кинематический и проверочный расчеты, в соответствии с которыми, выявлены основные габаритные размеры, рассчитана прочность и износостойкость основных элементов. Понижен уровень шума при работе, повышена надежность, технологичность и удобство производства, сборки и эксплуатации.

Список литературы

1. Сельскохозяйственная техника. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.agro.ag/catalog/kultivatorj_dlya_sploshnoj_obrabotki_pochvj_1/prisposoblenie_shtangovoe_pshp38_k_tyajelomu_kultivatoru_1.html.
2. Харьковский, В. И. Обоснование и расчет основных параметров почвообрабатывающих машин [Текст]: учеб. для вузов / 10. В. И. Харьковский, Э. Б. Щербина, Н. Н. Мирошивченко. - Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Ростовская -на-Дону гос. акад. с.-х. машиностроения. - 2-е изд., испр., 2008. – 107с.
3. Матяшин Ю. И., Гринчук И. М., Егоров Г. М. Расчет и проектирование ротационных почвообрабатывающих машин. – М.: ВО «Агропромиздат», 1988. – 176с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ
ВЛАГОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ КОМПОЗИЦИИ ПОСЕВНОГО КОМПЛЕКСА

Гринёв А.К. – студент, Дрюк В.А. –к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В настоящее время человечество стало более интенсивно вовлекать в различные сферы своей деятельности природные ресурсы, в том числе и почву. Это явление в некотором плане затронуло и Кош-Агачский район Республики Алтай, где сегодня наблюдается тенденция увеличения роста численности поголовья скота, из-за чего увеличивается потребность в большем количестве корма, необходимого для их содержания. По-хорошему, это должно стать причиной для увеличения количества пастбищ и расширения их площадей. Но в силу ряда причин, одной из главных которой является особенность местного ландшафта, этого не происходит. В связи с этим наблюдается перевыпас скота, ведущий к деградации имеющихся пастбищ и ухудшению общей экологической обстановки на данной местности [1].

Таким образом, необдуманная деятельность человека, не учитывающая взаимосвязи природных компонентов, ведёт к опустыниванию земель. Это является одной из главных экологических проблем не только для ряда регионов Российской Федерации, но и для других стран [2].

Разрабатываемый комбинированный посевной агрегат включает в себя приготовление питательной влагоаккумулирующей композиции и внесение её в почву при посеве семян засухоустойчивых растений. Назначение питательной влагоаккумулирующей композиции – предоставить растению необходимый запас воды и питательных элементов на начальных фазах развития; образовать в почве вместе с корнями растений связанный слой, обладающий влагоаккумулирующими свойствами [3].

Для реализации способа предложена конструкция комбинированного посевного агрегата (рисунок 1), состоящего из трактора, шасси, на котором установлена цистерна, бункер для сухих органических удобрений и смеситель, а также стерневой сеялки с адаптированными сошниками и дополнительным оборудованием для внесения ПВК в почву. Смеситель позволяет смешивать органоминеральный наполнитель с жидкими растворами гуминовых удобрений [4-7].

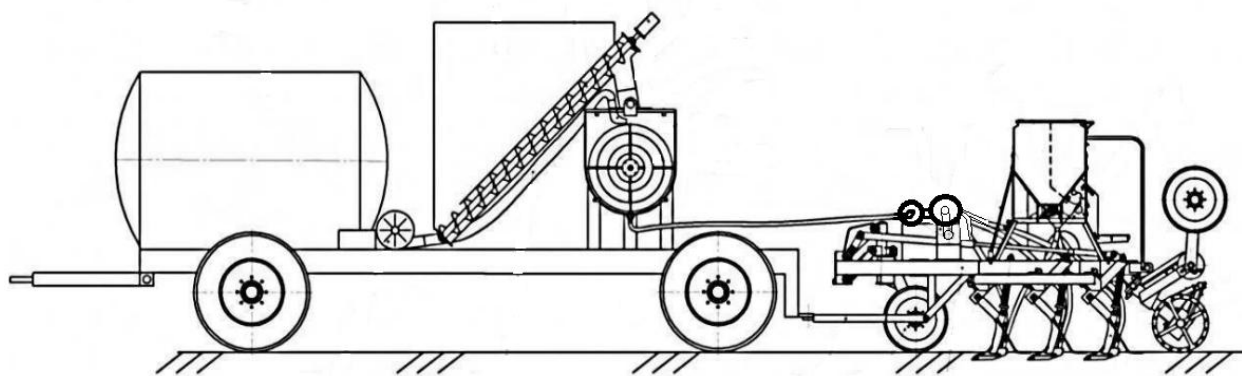


Рисунок 1 - Конструкция комбинированного посевного агрегата

Одной из частей комплекса является система распределения, которая предназначена для подачи композиции к рабочим органам (рисунок 2). Во время работы агрегата возникает проблема оседание твердых частиц в трубопроводе, а так же неравномерность подачи удобрений по трубопроводам сошников.

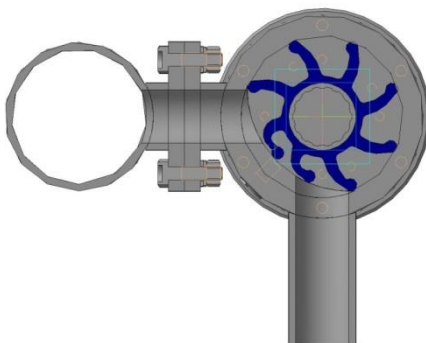


Рисунок 2 – ИмPELLерный насос

Для решения данной проблемы была разработана система распределения (рисунок 3), который будет постоянно перемешивать влагоаккумулирующую композицию и порционно подавать удобрения к сошникам.

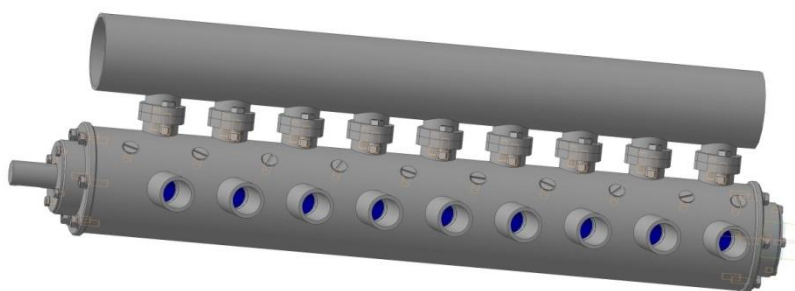


Рисунок 3 – Система распределения

Система подачи (рисунок 4) выполнена в форме бункера расположенного на раме посевного комплекса, к которому присоединен трубопровод соединяющий бункер и имPELLерный насос.

Принцип работы заключается в том, что влагоаккумулирующая композиция перемешивается в бункере и подается по трубопроводу к имPELLерному насосу, а от насоса подается к сошникам. ИмPELLерный насос приводится в движение от гидромотора.

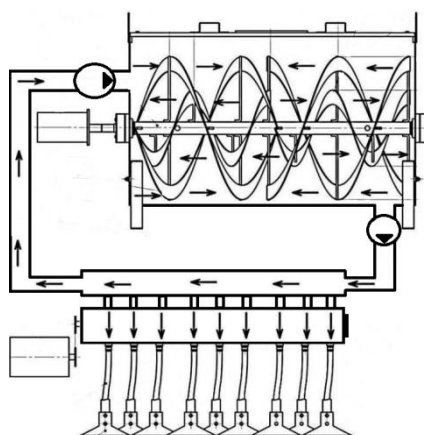


Рисунок 4 – Схема системы распределения

Система распределения обеспечивает полноценное перемешивание композиции, а так же порционную подачу. Оседание композиции в трубопроводе прекратится.

Таким образом, предложенное нами устройство позволит повысить эффективность комплекса и качество сельскохозяйственных работ в целом. Использование данного агрегата

повысит продуктивность пастбищ и позволит обеспечить животноводческую отрасль Республики Алтай достаточным количеством кормовой базы.

Список литературы

- 1 Модина, Т.Д. Климат и агроклиматические ресурсы Алтая / Т.Д. Модина/ Новосибирск. Университетское книжное издательство, 2007. – 177 с.
- 2 Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Ростов н/д: издательство «Феникс», 2001. – 602 с.
- 3 Способ рекультивации песчаных почв в зоне полупустынь и питательная влагоаккумулирующая композиция для его осуществления: пат. 2557618 Рос. Федерация: МПК С09К 17/00 / Куцкий В.А., Ситников А.А., Нефедов Е.Н., Сороченко С.Ф., Дрюк В.А., Шишин М.Ю., Томаровский А.А., Суворов С.А.; заявитель и патентообладатель ООО «Теллура-Бис», ФГБОУ ВПО «АлтГТУ им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)», ООО «МИП СХМ» — Заявка 2013150453/05; заявл. 12.11.2013; опубл. 27.07.2015.
- 4 Сороченко С.Ф., Дрюк В.А., Ситников А.А., Нефёдов Е.Н., Шишин М.Ю., Куцкий В.А., Томаровский А.А., Суворов С.А. и др. Полевые испытания технологии рекультивации песчаных почв // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2014. — № 2 (112). — С. 46-52.
- 5 Ситников А.А. и др. Технология рекультивации песчаных почв /А.А.Ситников, В.А. Дрюк, С.Ф. Сороченко, Е.Н. Нефедов, М.Ю. Шишин, В.А. Куцкий, С.А. Суворов, Ю.Н.Камышов / Ползуновский вестник, 2014. — ч.4.— С. 40-44.
- 6 Дрюк В.А., Сороченко С.Ф., Суворов С.А. Технология восстановленияобеднённых почв и агрегат для её реализации / в сборнике: Переход к зеленойэкономике и устойчивому развитию в Алтайском крае: перспективы, механизмы, ключевые направления / Материалы межрегиональной конференции с международным участием / ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)», Международная кафедра ЮНЕСКО, Институт развития Большого Алтая, 2015.— С. 145-151.
- 7 Дрюк В.А. и др. Определение состава питательной влагоаккумулирующей композиции для технологии восстановления плодородия обедненных почв /В.А.Дрюк, С.А.Суворов, А.А.СитниковА.А.Шишин М.Ю., В.А.Куцкий, А.Б.Совриков / Сборник материалов 1-го российско-индийско-монгольского семинара. ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет». —Барнаул, 2015. — С. 92-99.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО РЕЛЬЕФА (АВТОМОБИЛЬНАЯ ДОРОГА «БЕЛОКУРИХА - 2»)

Шишкалова М. А. – магистрантка, Свистула А. Е. – д.т.н., профессор,
Матиевский Г. Д. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Автомобильная дорога «Белокуриха - 2» обеспечивает транспортную доступность к динамично развивающемуся туристическому субкластеру, что предопределяет постоянное увеличение интенсивности движения и соответственно высокое значение транспортной работы.

Решение поставленной задачи по исследованиям выполняется на основе определения степени опасности движения по участкам рассматриваемой дороге.

В работе выполняются мероприятия по определению мест для размещения смотровых площадок и организации движения в зоне их расположения. Для практической реализации проекта проводится оценка условий безопасности и комфортности движения на основе методики расчёта итоговых коэффициентов аварийности ($K_{ит}$), которые характеризуют степень опасности отдельных участков рассматриваемой дороги. $K_{ит}$ - представляет собой

произведения частных коэффициентов учитывающий влияние отдельных элементов плана и профиля дороги [1].

Введённая в эксплуатацию новая автомобильная дорога «Белокуриха-2» (Б-2) протяженностью 7,7 километров, проложена по склону горы, имеет 12 серпантинных участков с радиусами поворотов не более 25 метров [2]. Дорога обеспечивает транспортную доступность к строящемуся туристическому субкластеру, и сама по себе является уникальным объектом туристической привлекательности в Алтайском крае, и сложном инженерным сооружением.

При движении по ровному участку дороги допускается наличие кривых малого радиуса не менее 600 м, что отвечает условиям безопасности и с точки зрения сложности управления АТС может рассматриваться как движение по прямой. Если же рассматривать критерии безопасности при работе автотранспорта в горных условиях, этот норматив имеет меньшее значение и величина кривых малого радиуса может быть 400 м. в таких условиях изменение указанного показателя усложняется высокой стоимостью проведения трудоёмких скальных работ по изменению плана и профиля автомобильной дороги и должно возмещаться внедрением соответствующих технических средств организации движения.

Решение вопросов транспортной безопасности, которым в работе уделяется особое внимание, базируется на анализе отдельных элементов плана и профиля дороги.

Перспективные участки для устройства смотровых площадок должны соответствовать 2 требованиям. Первое из которых – туристическая привлекательность, и живописный вид окружающей местности. А второй, не менее важный фактор, достижение безопасности движения, что соответствует наименьшему значению итогового $K_{ит}$.

Мероприятия по последующей модернизации и реконструкции дороги, должны быть направлены на улучшение транспортно-эксплуатационных качеств дороги и иметь в своей основе исследование линейных графиков коэффициентов безопасности, коэффициентов аварийности и итогового коэффициента тяжести. В идеале было бы актуально введение поправочных коэффициентов учитывающих различия природно-климатических условий по сезонам года, что и планируется выполнить в последующих работах с учетом увеличения существующего транспортного потока.

Для проведения расчётов и построения графика итоговых коэффициентов аварийности [3] были определены 14 характерных участков автомобильной дороги «Белокуриха-2». Расчет производился с применением ВСН 25-86 «Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» [4].

Транспортно-эксплуатационные показатели дороги Б-2:

1. Первый коэффициент зависит от интенсивности движения (N), на участке дороги интенсивность составляет 500 авт/сут, для $N = 500$ авт/сут $K_1 = 0,1$.

2. Данный показатель зависит от геометрических параметров проезжей части. Ширина проезжей части 6 м, обочины не укреплены, следовательно, $K_2 = 1,35$ и для укрепленных обочин $K_2 = 2,5$

3. Третий показатель зависит от геометрии обочины, ширина обочин 2 м, $K_3 = 1,2$.

4. На 1 участке имеется уклон 87 ‰; на 2 и 3, 35 ‰; на 4 и 5, 76 ‰; на 6 и 7, 82 ‰; на 8 и 9, 8 ‰; на 10, 26 ‰; на 11, 42 ‰; на 12, 87 ‰; на 13, 14 ‰; на 14, 88 ‰, значения коэффициентов будут соответственно равны $K_4 = 3$; $K_4 = 1,25$; $K_4 = 2,8$; $K_4 = 3$; $K_4 = 1$; $K_4 = 1,25$; $K_4 = 2,5$; $K_4 = 3$; $K_4 = 1$; $K_4 = 3$.

5. На участке 1 имеется кривая $R = 250$ м ($K_5 = 1$), на 2 и 3 участке имеются кривые радиусом 15 м ($K_5 = 2,7$), на 4 участке имеется кривая радиусом 600 м ($K_5 = 1$), на 5 участке имеется кривая радиусом 25 м ($K_5 = 2,2$), на 6 участке имеется кривая радиусом 15 м ($K_5 = 2,7$), на 7 участке имеется кривая радиусом 120 м ($K_5 = 1,3$), на 8 участке имеется кривая радиусом 15 м ($K_5 = 2,7$), на 9 участке имеется кривая радиусом 250 м ($K_5 = 1$), на 10 участке имеется кривая радиусом 15 м ($K_5 = 2,7$), на 11 участке имеется кривая радиусом 100 м ($K_5 =$

1,3), на 12 и 13 участке имеется кривая радиусом 15 м ($K_5 = 2,7$), на 14 участке имеется кривая радиусом 250 м ($K_5 = 1$).

6. Шестой показатель зависит от видимости на подъеме. Видимость на подъеме, имеющем уклон 35 ‰, не обеспечена и составляет 25 м, что соответствует $K_6=2$; на подъеме, имеющем уклон 76 ‰, составляет 50 м ($K_6=1,5$); на подъеме, имеющем уклон 82 ‰, составляет 30 и 70 м, ($K_6=2$, $K_6=1,5$); на подъеме, имеющем уклон 8 ‰, составляет 50 м, ($K_6=1,5$); на подъеме, имеющем уклон 26 ‰, составляет 20 м, ($K_6=2$); на спуске, имеющем уклон 42 ‰, составляет 150 м, ($K_6=1$), на подъеме, имеющем уклон 87 ‰, составляет 35 м, ($K_6=1,5$), на спуске, имеющем уклон 14 ‰, составляет 25 м, ($K_6=2$).

7. Коэффициент K_8 зависит от длины прямых участков между кривыми. На рассматриваемой дороге прямые участки между кривыми менее 3 км, $K_8 = 1,0$;

8. Показатель K_{12} зависит от количества полос для движения транспортных средств. Рассматриваемая дорога имеет две полосы движения, $K_{12} = 1,0$;

9. Покрытие дороги шероховатое новое, $K_{16} = 0,75$;

10. Показатель зависит от расстояния до оврага: на 1 участке овраг глубиной менее 5 метров ($K_{18} = 1$), на 2 участке нет ограждения и расстояние до оврага 2 м ($K_{18} = 2,75$), на 3,4,5 участках имеются ограждения и расстояние до оврага 2 м ($K_{18} = 1,75$), на 6 участке нет ограждения и расстояние до оврага 2 м ($K_{18} = 2,75$), на 7,8,9,10 участках имеются ограждения и расстояние до оврага 2 м ($K_{18} = 1,75$), на 11 участке нет ограждения и расстояние до оврага 2 м ($K_{18} = 2,75$), на 12 участке овраг глубиной менее 5 метров ($K_{18} = 1$), на 13,14 участках имеются ограждения и расстояние до оврага 2 м ($K_{18} = 1,75$),

11. Расстояние между кромками проезжей части и боковым препятствием на всем протяжении участка равно более 2,5 м следовательно $K_{19} = 1$;

12. Извилистость (количество кривых в плане на 1 км дороги), на рассматриваемом участке автомобильной дороги приходится по 5 кривых на 1 км. $K_{20} = 3,5$.

Проведя оценку транспортно-эксплуатационных показателей, были выделены участки однородные по степени обеспеченности движения [5].

Первый участок: километры 0+000 – 0+200

$$K_{\text{итог}} = 0,1 \cdot 1,35 \cdot 1,2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3,5 = 1,2$$

Второй участок: километры 0 + 200 - 0 + 450.

$$K_{\text{итог}} = 0,1 \cdot 1,35 \cdot 1,2 \cdot 1,25 \cdot 2,7 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 2,75 \cdot 1 \cdot 3,5 = 7,9$$

Третий участок: километры 0 + 450 - 0 + 675 .

$$K_{\text{итог}} = 0,1 \cdot 1,35 \cdot 1,2 \cdot 1,25 \cdot 2,7 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,75 \cdot 1 \cdot 3,5 = 5,02$$

Четвертый участок: километры 0 + 675 - 0 + 900.

$$K_{\text{итог}} = 0,1 \cdot 2,5 \cdot 1,2 \cdot 2,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,75 \cdot 1 \cdot 3,5 = 3,8$$

Пятый участок: километры 0 + 900 - 1 + 125.

$$K_{\text{итог}} = 0,1 \cdot 2,5 \cdot 1,2 \cdot 2,8 \cdot 2,2 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,75 \cdot 1 \cdot 3,5 = 12,7$$

Шестой участок: километры 1 + 125 - 1 + 425.

$$K_{\text{итог}} = 0,1 \cdot 2,5 \cdot 1,2 \cdot 3 \cdot 2,7 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,75 \cdot 1 \cdot 3,5 = 22,3$$

Седьмой участок: километры 1 + 425 - 1 + 630.

$$K_{\text{итог}} = 0,1 \cdot 2,5 \cdot 1,2 \cdot 3 \cdot 1,3 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,75 \cdot 1 \cdot 3,5 = 8,06$$

Восьмой участок: километры 1 + 630 - 1 + 925.

$$K_{\text{итог}} = 0,1 \cdot 2,5 \cdot 1,2 \cdot 2,7 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,75 \cdot 1 \cdot 3,5 = 5,5$$

Девятый участок: километры 1 + 925 - 2 + 100.

$$K_{\text{итог}} = 0,1 \cdot 2,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,75 \cdot 1 \cdot 3,5 = 1,3$$

Десятый участок: километры 2 + 100 - 2 + 325.

$$K_{\text{итог}} = 0,1 \cdot 2,5 \cdot 1,2 \cdot 1,25 \cdot 2,7 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,75 \cdot 1 \cdot 3,5 = 9,3$$

Одиннадцатый участок: километры 2 + 325 - 2 + 825.

$$K_{\text{итог}} = 0,1 \cdot 2,5 \cdot 1,2 \cdot 2,5 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 2,75 \cdot 1 \cdot 3,5 = 7,03$$

Двенадцатый участок: километры 2 + 825 - 3 + 100.

$$K_{\text{итог}} = 0,1 \cdot 2,5 \cdot 1,2 \cdot 3 \cdot 2,7 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3,5 = 9,5$$

Тринадцатый участок: километры 3 + 100 - 3 + 375.

$$K_{\text{итог}} = 0,1 * 2,5 * 1,2 * 1 * 2,7 * 2 * 1 * 1 * 0,75 * 1,75 * 1 * 3,5 = 7,44$$

Четырнадцатый участок: километры 3 + 375 - 4 + 000.

$$K_{\text{итог}} = 0,1 * 2,5 * 1,2 * 3 * 1 * 1 * 1 * 1,75 * 0,75 * 1 * 3,5 = 4,1$$

На основании расчетов построен график итоговых коэффициентов аварийности (рисунок 1).

Проведенные расчеты наглядно демонстрируют уровень опасности автомобильной дороги, который напрямую зависит от значения $K_{\text{ит}}$ – при $K_{\text{ит}}$ больше 15-20 рекомендуется в проектах новых дорог выполнять перепроектирование таких участков, в совокупности с применением соответствующих технических средств организации дорожного движения (ТСОДД) [6].

В ходе расчетов были выбраны оптимальные участки для размещения смотровых площадок, соответствующие меньшим значениям $K_{\text{ит}}$, и спроектирована типовая схема смотровой площадки с организацией дорожного движения ТС и размещением ТСОД, в соответствии с требуемыми нормативами (рисунок 2) [7].

В результате проведенной работы можно сделать следующие выводы:

- 1) проведена оценка условий движения по дороге Б-2 и выполнен расчет итоговых коэффициентов аварийности;
- 2) разработаны участки для размещения смотровых площадок, на базе полученных итоговых коэффициентов аварийности, было предложено расположить площадки на участках дороги ПК 3+000 и ПК 4+000, что соответствует наименьшим значениям $K_{\text{ит}}$;
- 3) установка необходимых технических средств организации дорожного движения.

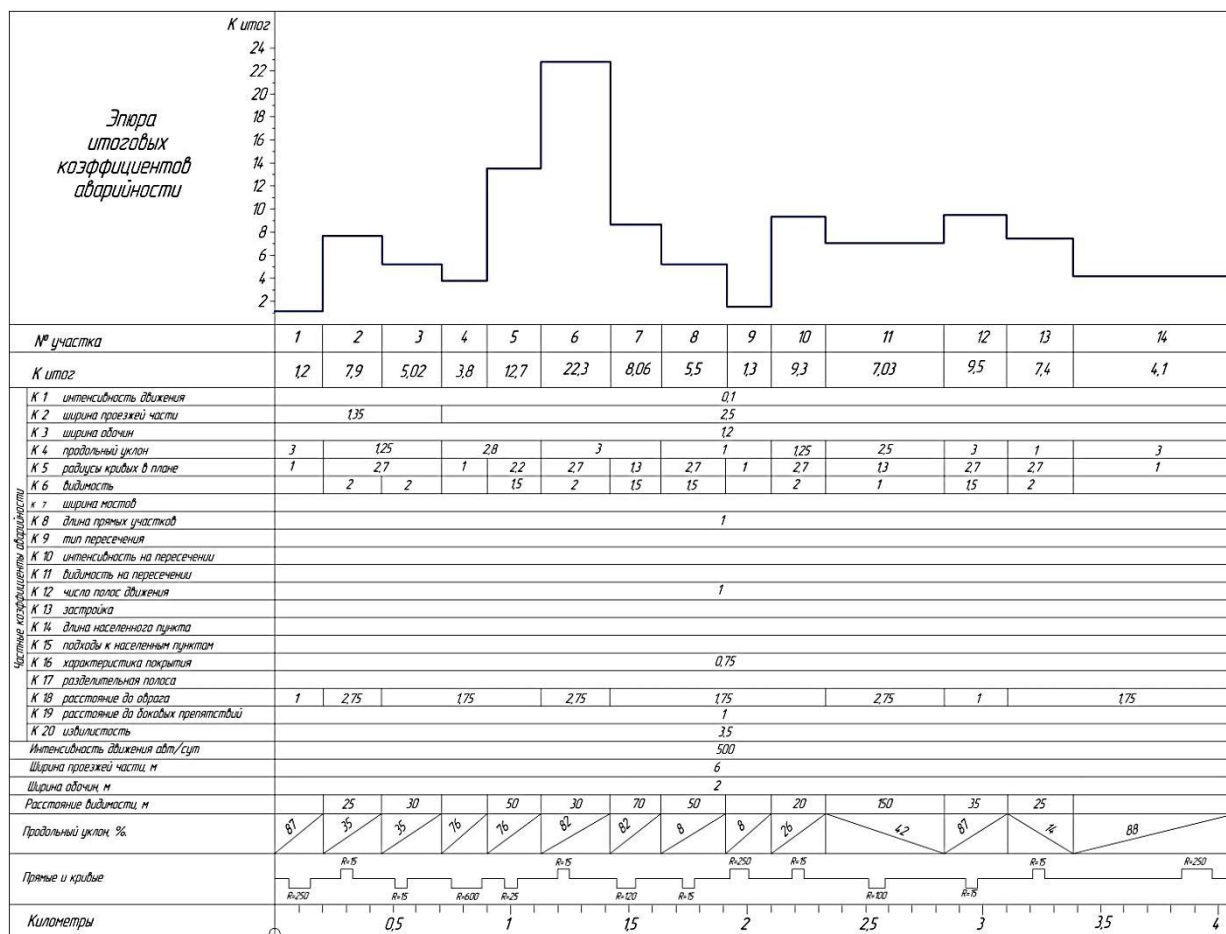


Рисунок 1. График итоговых коэффициентов аварийности

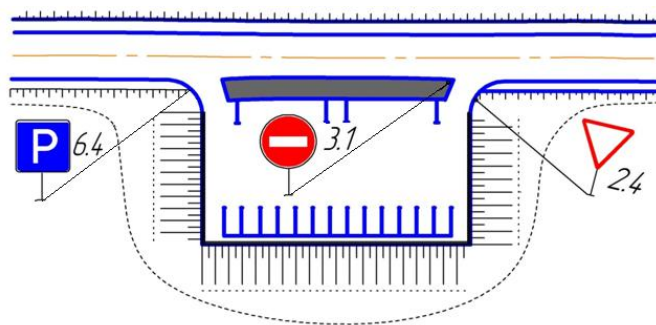


Рисунок 2. Схема смотровой площадки с организацией движения ТС и размещением ТСОДД

В завершении необходимо отметить, что работа по реализации проекта субкластера «Белокуриха-2» продолжается в интенсивном режиме с представлением туристических продуктов Алтайского края на выставках высочайшего уровня, таких как: ИНТУРМАРКЕТ и МИТТ-2018 [8].

В своем окончательном варианте рассчитан на загрузку в 5000 тыс. чел. [9] (тур. объекты вводятся поэтапно), это предопределяет ежегодное увеличение интенсивности движения по Б-2. И делает актуальным проведение расчётов коэффициентов тяжести (стоимостных коэффициентов), что будет, является основой для проведения последующих работ, после полной реализации проекта «Белокуриха-2».

Список литературы

1. Мытько, Я.Р. Оценка транспортно – эксплуатационных характеристик автомобильных дорог / Я. Р. Мытько. – Минск: ВУЗ – ЮНИТИ, 2001. – 250 с.
2. Проектная документация. Строительство автомобильной дороги г. Белокуриха – курортный субкластер «Белокуриха – 2» в Смоленском районе. Раздел 3 «Технологические и конструктивные решения линейного объекта. Искусственные сооружения», 2017.
3. Сильянов, В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник для студ. высш. учеб.заведений / В.В. Сильянов, Э.Р. Домке. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.
4. ВСН 25-86. Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах [Текст]. – Введ. 1986-01-29. – М.: Минавтодор РСФСР, 1986. – 103 с.
5. Матиевский, Г.Д. Размещение смотровых площадок на автомобильной дороге «Белокуриха-2» / Г.Д. Матиевский, А.Е. Свистула, М.А. Некрасова // Ползуновский альманах. 2017. Т. 1. № 3. С. 73-75.
6. Клинковштейн, Г.И. Организация дорожного движения: учебник для вузов / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. – 5-е изд., пераб. и доп. – М.: Транспорт, 2001. – 231 с.
7. Кременец, Ю.А. Технические средства организации дорожного движения: учебник для вузов / Ю.А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. – М.: Академкнига, 2005. – 279 с.
8. Администрация края [Электронный ресурс]: офиц. Сайт/ Электрон.дан. - Барнаул, 2017 – Режим доступа: <http://www.altairregion22.ru/>
9. Сильянов, В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник для студ. высш. учеб.заведений / В.В. Сильянов, Э.Р. Домке. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Ларионов Е.А. студент, В.А. Дрюк, к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Посевные площади занятой такой культурой как картофель в Алтайском крае занимают около 5 тыс. га., это например в три раза больше чем площади занятые сахарной свеклой. В 2016 году Алтайский край вошел в ТОП-10 крупнейших российских производителей картофеля. Совокупно урожай картофеля в этих десяти регионах составил 35,8% от общероссийского. Алтайский край в этом рейтинге расположился на шестой позиции, с урожаем картофеля в 969,9 тысяч тонн. Данный показатель составил 3,13% от урожая картофеля в России. Надо отметить, что за последние десять лет объемы производства картофеля в Алтайском крае выросли почти на треть — на 27%. По состоянию на 2016 год выращиванием картофеля занималось 60 предприятий. Не считая огромного количества малых фермерских хозяйств, посевные площади которых не превышают в среднем 10 га. В связи с чем актуален вопрос уборки.

Почвенный покров варьирует от серых лесных до тучных черноземов и бедных гумусом светло-каштановых почв. По механическому составу пахотные угодья в основном среднесуглинистые (3423,3 тыс. га) и легкосуглинистые (1360 тыс. га). Однако 145,7 тыс. га занимают почвы с тяжелосуглинистым и глинистым механическим составом, 313 тыс. га занимают почвы с супесчаным и песчаным механическим составом. [4]

В целях выяснения потребностей Алтайских фермеров в том, какими характеристиками должен обладать картофелеуборочный комбайн, была составлена анкета содержащая следующие вопросы:

- 1) Объем посевных площадей занятых под посадку картофеля;
- 2) Способ возделывания (с окучиванием, без окучивания);
- 3) Марка и модель применяемого картофелеуборочного комбайна;
- 4) Достоинства данной модели;
- 5) Недостатки;
- 6) Что бы хотели усовершенствовать?

Таблица 1 - Анкета

№	Вопрос	Респонденты	
		1	2
1	Объем площадей занятых под посадку картофеля	30 га	10 га
2	Способ возделывания	с окучиванием	с окучиванием
3	Марка и модель применяемого картофелеуборочного комбайна	GrimmeHL 750 (однорядный, производительность 1,5 -2 га в день)	Анна (однорядный, производительность 0,5 га в день)
4	Достоинства	надежность	цена
5	Недостатки	Низкая производительность, высокая стоимость и нестандартный размер деталей, который исключает взаимозаменяемость отечественными аналогами запасных частей.	Низкая производительность и требовательность к условиям эксплуатации. На сильно засоренных полях, эффективность использования этой техники понижается в два раза
6	Что бы хотели изменить	Увеличить производительность	Нет предложений

В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том что, сельхоз производители Алтайского края испытывают потребность в малогабаритном, недорогом, надежном, относительно простым в эксплуатации, ремонтпригодном, обладающем большей чем у предыдущих моделей производительностью, картофелеуборочном комбайне. Решение этих проблем является основной задачей. Целью всех разработок является - повышение производительности комбайна за счет решения ряда технических задач.

1. Уменьшение потерь урожая.
2. Сокращение времени уборки (увеличение скорости работы комбайна).
3. Снижение уровня уплотнения почвенного покрова.
4. Сохранение корнеплодов в неповрежденном виде.
5. Уменьшение расходов на изготовление комбайна.

Список литературы

1. Пашуков С.А., Чхетиани А.А. Отечественные картофелеуборочные комбайны: история создания и анализ конструкций. // Технические науки. 2015. № 32-1. С.64-68
2. Пат. 2 524 532 Российская Федерация, МПК А01D 17/00. КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН [Текст] / Остроумов С.С.; заявитель и патентообладатель Остроумов С.С.– No2013112509/13; заявл. 21.03.2013; опубл. :27.07.2014 Бюл. № 21. – 3 с. : ил 3
3. Пат. 2 584 020 Российская Федерация, МПК А01D 17/10. КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫЙ МИНИКОМБАЙН С ПРУТКОВО-ЛЕНТОЧНЫМ СЕПАРАТОРОМ [Текст] / Максимов Л.М., Максимов П.Л., Бушмакин Е.М.; заявитель и патентообладатель Максимов Л.М.– No2014143219/13; заявл. 27.10.2014; опубл. :20.05.2016 Бюл. №14. – 6 с. : ил 2
4. Официальный сайт Алтайского края - <http://www.altairegion22.ru/> [Электронный ресурс]

АНАЛИЗ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

Шишкалова М.А.– студентка гр.8ЭМ-72, Свистула А.Е.– д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Так как уровень автомобилизации с каждым годом растет, то и токсичные выбросы в атмосферу увеличиваются пропорционально. Поэтому к автомобилям предъявляют ужесточенные экологические требования. Для это при проектировании автомобиля применяют различные мероприятия, с помощью которых можно достичь минимальное количество выбросов в атмосферу, это:

- это специальные формы камер сгорания, предназначенные для работы на бедных смесях;
- рециркуляция отработавших газов;
- регулировка фаз газораспределения;
- впускной коллектор с изменяемой длиной, для лучшего наполнения цилиндров на всех режимах работы двигателя [1].

В данной работе рассмотрен метод применения рециркуляции отработавших газов.

Рециркуляция отработавших газов (ОГ) заключается в перепуске их части во впускную систему двигателя и последующему возврату в камеры сгорания. Так как ОГ содержат после процесса сгорания очень мало кислорода, максимальные температура и давление при сгорании топлива снижаются. В результате этого уменьшается выброс оксидов азота – NOx.

Эффект рециркуляции, снижающий уровень эмиссии NOx, основывается на трех составляющих:

- снижении концентрации кислорода в камере сгорания;
- сокращении расхода ОГ;

- снижении температуры в цилиндре благодаря более высокой теплоемкости инертных газов, которые не участвуют в реакции.

Рециркуляция подразделяется на:

- внутренней рециркуляцией отработавших газов, обеспечиваемой соответствующей установкой фаз газораспределения (перекрытия клапанов);
- внешней рециркуляцией отработавших газов с применением управляемых клапанов [2].

В соответствии с различными требованиями, выдвигаемыми стандартами, отслеживающими токсичность отработавших газов, система отработавших газов (EGR) в дизельном двигателе имеет несколько разновидностей:

- EGR высокого давления.
- Система низкого давления.
- Комбинированная система EGR [3].

Системы рециркуляции дизельных двигателей высокого давления

Принцип работы системы рециркуляции высокого давления состоит в отборе отработавших газов перед входом в турбину, перенаправляя их в специальный канал, ведущий к впускному коллектору.

- Система рециркуляции состоит из следующих элементов:
- Клапан ЕГР.
- Электрический или пневматический привод.
- Патрубки, служащие для транспортировки газов.

Из выпускной системы клапан EGR забирает часть отработавших газов и направляет их на впускной коллектор.

В дизелях разрежение воздуха происходит благодаря работе вакуумного насоса. Вследствие образовавшегося вакуума происходит срабатывание клапана рециркуляции.

Для соответствия требованиям стандарта Евро 5 дизельным двигателям необходимо иметь количество оксида азота в выхлопных газах не выше 0,18 г/км. В таких дизельных моторах установлена система EGR, относящаяся к типу низкого давления. Здесь газы следуют по определенному циклу [4]:

- Прохождение через сажевый фильтр.
- Охлаждение в радиаторе.
- Переход через клапан ЕГР.

Проникновение во впускную систему, расположенную у входа в турбину.

Использование системы EGR, относящейся к виду низкого давления, приводит к появлению следующих положительных факторов:

- снижается процент содержания сажевых элементов;
- заметно понижается температура отработавших газов;
- резко сокращается процентное содержание оксидов азота в выхлопе.

Дизельные двигатели, чтобы соответствовать требованиям Евро 6, которые требуют иметь количественный состав оксида азота в выхлопных газах не превышающий 0,08 г/км, оборудованы комбинированной системой рециркуляции [5].

Наличие двух обособленных магистралей в конструкции для рециркуляции отработавших газов отличает данную систему от предыдущих вариантов. Одна магистраль — высокого давления, другая — низкого. Принцип работы комбинированной системы напоминает действие системы, применяемой в моторах, соответствующих требованиям Евро 5. В дополнение к этому осуществляется подвод газов из магистрали с высоким давлением, подключающаяся при переходе на определенные режимы работы двигателя.

В процессе эксплуатации моторов, оснащенных клапаном EGR, выявляются следующие преимущества:

- в бензиновых двигателях в районе расположения дроссельной заслонки наблюдается уменьшенный перепад давления.

- снижение температуры приводит к уменьшению детонаций, что позволяет применять более ранний момент зажигания, улучшающий моментные характеристики ДВС.
- в работе дизеля с EGR появляется мягкость, снижается уровень шума на холостых оборотах, благодаря уменьшенному содержанию кислорода при сгорании топливной смеси.

Список использованных источников:

1. Лопатин, О. П. Применение природного газа и рециркуляции отработавших газов для снижения токсичности тракторного дизеля // Молодой ученый. – 2015. – №6.5. – С. 11-13. – URL <https://moluch.ru/archive/86/16711/> (дата обращения: 12.04.2018).
2. Лиханов, В.А. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля путем их рециркуляции / В.А. Лиханов, О.П. Лопатин, Е.А. Шишканов // Тракторы и сельхозмашины. – 2007. – № 9. – С. 8-9.
3. Кульчицкий, А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: Учеб.пособие для вузов / Владимир.гос.ун-т. – 2-е изд.,испр.и доп. – М.: Академический проект, 2004. – 398 с.
4. Фролов, Ю.Н. Техническая эксплуатация и экологическая безопасность автомобильного транспорта: Учеб.пособие для вузов / Моск.автомоб.-дорож.ин-т (Гос.тех.ун-т). – М., 2001. – 135с.
5. Трофименко, Ю.В. Экология:Транспортное сооружение и окружающая среда: Учеб.пособие для вузов / Под ред.Ю.В.Трофименко. – М.: Академия, – 2006. – 392 с.

БИОТОПЛИВО. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЭКОЛОГИЧНЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ БИОТОПЛИВ

Арефьев А.С. – студент гр. 8ЭМ-72, Свистула А.Е – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Истощение мировых запасов нефти и повышение цен на традиционные моторные топлива вынуждают двигателестроителей искать им замену. К этому же подталкивает и постоянно ужесточающиеся требования к токсичности отработавших газов двигателей. В итоге все чаще стали применять так называемое биотопливо [1, 2].

Биотопливо — это топливо из биологического сырья, получаемое, как правило, в результате переработки биологических отходов. Существуют также проекты разной степени проработанности, направленные на получение биотоплива из целлюлозы и различного типа органических отходов, но эти технологии находятся в ранней стадии разработки или коммерциализации. Различается жидкое биотопливо (для двигателей внутреннего сгорания, например, этанол, метанол, биодизель), твердое биотопливо (дрова, брикеты, топливные гранулы, щепы, солома, лузга) и газообразное (биогаз, водород).

Самыми перспективными для ДВС действительно следует считать топлива, получаемые из растительных масел и в первую очередь — из масла рапсового. В том числе и потому, что, во-первых, высокая урожайность рапса дает возможность с 1 га его посевов иметь 1000-15000 л биотоплива; во-вторых, делает сырьевую базу практически неисчерпаемой.

Рапсовое масло представляет собой смесь моно-, ди- и триацилглицеринов, которые содержат в своем составе молекулы различных жирных кислот, т. е. высокомолекулярных кислородсодержащих соединений с углеводородным основанием, связанных с молекулой глицерина [3].

Главное достоинство топлив, получаемых из рапсового масла, — практически полная биоразлагаемость. Содержащиеся в них 10—12 % масс, кислорода позволяют заметно уменьшить выбросы в атмосферу таких вредных веществ, как углеводород и сажа, а также оксидов азота — из-за снижения температур сгорания. Кроме того, рапсовое масло в действительности не содержит соединений серы; в нем нет и полициклических ароматических углеводородов — канцерогенов, обычно содержащихся в отработавших газах дизелей.

Перспективным считается, как и в случае других масел, не само рапсовое масло, а получаемый из него *метиловый эфир*.

Данный эфир представляет собой смесь метиловых эфиров жирных кислот. Получают его путем прямой переэтерификации ацилглицеринов рапсового масла с метиловым спиртом при температуре 353—363 К (80—90 °С) в присутствии едкого калия. По своим физико-химическим свойствам он близок к стандартным дизельным топливам, т. е. от самого масла отличается меньшими плотностью, вязкостью и температурой воспламенения, более высоким цетановым числом, поэтому может, что очень важно, подаваться в цилиндры двигателя штатной топливоподающей аппаратурой. Главное же, при работе на ней дизель становится экологически чище.

К сожалению, метилэфир рапсового масла — химически активная (агрессивная) жидкость. Поэтому при его использовании в качестве добавок к дизельному топливу баки, трубопроводы и другие элементы конструкции топливной системы, контактирующие с ним, должны иметь защитное покрытие. Кроме того, его производство нельзя отнести к числу экологически чистых. Наконец, он дороже дизельного топлива. Поэтому рапсовое масло, казалось бы, всё таки предпочтительнее. Однако при работе дизеля на нем тоже возникает ряд проблем. В частности, многие специалисты отмечают, что через 100—200 ч работы дизеля на нем наблюдаются повышенные количество углеродистых отложений на поверхности камеры сгорания и закоксовывание сопловых отверстий распылителей форсунок. Что вполне правомерно: в данном масле много смолистых веществ, поэтому его коксуемость (0,4 %) выше коксуемости дизельного топлива (0,2 %).

На таблице 1 представлено сравнение физико-химических свойств растительных масел.

Таблица 1 – физико-химические свойства растительных масел [1-4].

№	Параметр	Рапсовое масло (РМ)	МЭРМ	ДТ
1	Состав С, Н, О, %	77,6	77,03	86,4
		11,6	12,14	12,1
		10,9	10,83	9,5
2	Плотность, кг/м ³	917	879	820-840
3	Кинематическая вязкость, при 20 °С, мм/с	76	-	3,8-8,5
4	Низшая теплота сгорания Н _и , МДж/м ³	37,1	37,3	42,5
5	Цетановое число	40	52,9	45-52
6	Температура вспышки, °С	100	71	60
7	Температура застывания, °С	-23	-21	-10,-35
8	Содержание серы, %	0,005	0,005	0,5

С целью охраны окружающей среды рапсовое масло, кроме использования как биотопливо, широко применяется для производства смазочных материалов, особенно для гидравлических систем.

Плюсы применения биотоплив:

- возобновляемость источников;
- себестоимость;
- низкое (отсутствие) содержания серы;
- экологичность.

Минусы:

- сокращение посевных площадей, риск появления голода;
- вырубка лесов;

- грязное производство;
- переделка системы питания двигателем;
- снижение моторесурса;
- увеличение расхода топлива;
- падение максимальной мощности.

Из выше сказанного можно сделать вывод, что биотопливо в ближайшее время не станет заменой естественных источников энергии ввиду того, что не имеет ощутимых преимуществ, а в ряде позиций и имеет значительные недостатки в сравнении с нефтесодержащими топливами.

Список литературы

1. Васильев, И.П. Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля: монография [Текст] / И.П. Васильев. – Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2009. – 240 с.
2. Мысник М.И. Анализ теплофизических свойств альтернативных топлив для двигателей внутреннего сгорания / М.И.Мысник, А.Е.Свистула // Ползуновский вестник. - 2009. - № 1-2. - С. 37-43.
3. Ветошкин, Е. Э. Физико-химические свойства рапсового масла и особенности его применения в ДВС [Текст] / Е. Э. Ветошкин, С. П. Кулманаков // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования (АИЭТТК). - 2014. -№ 1. - С. 28-31.
4. Фролкин А.С. Опыт использования рапсового масла в качестве топлива для дизелей "ПО АМЗ" / А.С.Фролкин, А.Е.Свистула, И.А.Свистула // В сборнике: Энергетические, экологические и технологические проблемы экономики (ЭЭТПЭ) материалы Второй Всероссийской научно-практической конференции. Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН, Институт водных и экологических проблем СО РАН, Институт химической кинетики и горения СО РАН, Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. 2008. С. 226-229.

СНИЖЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПРИМЕНЕНИЕМ ВОДО-ТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Тютиков С.А. - студент гр. 8ЭМ-72, Свистула А.Е. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В современном мире двигатели внутреннего сгорания нашли применения во многих сферах деятельности человека. Инженеры с каждым годом увеличивают КПД двигателя, повышают мощности. Однако при этом происходит удорожание жидкого топлива и возрастание нагрузки на окружающую среду продуктами его сгорания, что приводит к необходимости поиска путей его экономии и способов сжигания, обеспечивающих уменьшение выбросов вредных веществ.

Одним из таких методов является использование воды в качестве присадки к топливу, которая позволяет повысить экономичность двигателей и снизить токсичность отработавших газов.

Положительный опыт искусственного введения воды в рабочий цикл с целью повышения технико-экономических и экологических характеристик тепловых машин отмечается для поршневых карбюраторных и дизельных двигателей, работающих как на топливах нефтяного происхождения, так и на альтернативных [1, 2, 3, 4]. Способы введения воды в рабочий цикл можно разделить на четыре основные группы: подвод присадки к топливу, к рабочему телу, к воздуху, к перепускным отработавшим газам.

Только ВТЭ позволяют в совокупности использовать положительные свойства других трех способов, тем самым снизить содержание сажи и других токсических компонентов.

Одной из наиболее распространенных гипотез физического воздействия является гипотеза «микровзрывов». Она заключается в том, что при нагревании происходит вскипание водяного ядра капли, приводящее к «микровзрыву». Таким образом при горении ВТЭ происходит вторичное распыливание капель, лучше используется воздушный заряд и повышается эффективность процесса горения.

Суть другой гипотезы - гипотезы «микроструй», заключается в том, что капля ВТЭ, испаряясь в условиях камеры сгорания дизеля, вследствие более раннего вскипания воды, фактически выбрасывает пары влаги с осколками топлива в виде нестационарных «микроструй». Образующиеся «микроструи», во-первых, являются очагами горения, во-вторых, создают реактивную тягу, смещающую оставшуюся каплю в сторону, противоположную выбросу.

Химический эффект действия воды на процесс горения заключается в диссоциации молекул воды на гидроксильную группу ОН и атомарный водород Н, способствующих вследствие высокой активности окислению топлива.

Как показали многие исследования, проведенные различными компаниями, применение воды, в качестве присадки к топливу, положительно сказывается на экономических и экологических показателях двигателей. Уменьшается удельный эффективный расход топлива, уменьшаются максимальные температуры в цилиндре, увеличивается скорость сгорания смеси, возрастает скорость распространения и дальнобойность топливной струи. Наблюдается весьма существенное снижение вредных выбросов двигателя.

Однако невозможность оперативного управления составом эмульсии, расслаивание, коррозия и др. относятся к существенным недостаткам данного способа. Поэтому ВТЭ желательно готовить непосредственно перед впрыском в цилиндр двигателя.

Так же исследования проведены на модернизированной математической модели рабочего процесса двигателя, разработанной В.Ю.Русаковым и реализованной на основе методики Н.Ф. Разлейцева [8]. Модель позволяет исследовать рабочий процесс дизеля с расчетом содержания вредных веществ в отработавших газах с учетом эффективности использования воздушного заряда цилиндра. К модели с целью проведения численного анализа индикаторного КПД и статей неиспользования теплоты добавлен блок расчета формирования индикаторного КПД дизеля на основе теории Матиевского Д.Д. [9].

На начальном этапе рассчитываются параметры заряда (количество свежего заряда, отработавших газов, цикловая подача топлива и др.), затем рассчитываются константы испарения топлива.

Расчет временных и угловых параметров диаграммы включает в себя расчет температуры и давления газов, периода задержки воспламенения, моментов воспламенения, окончания впрыска, окончания горения и достижения факелом стенки камеры сгорания, продолжительности испарения и сгорания. Далее ведется расчет характеристик впрыска и испарения топлива с учетом динамики развития факела. После этого идет расчет тепловыделения на участках топливоподачи, развитого горения и догорания. Затем рассчитывается индикаторный КПД и его составляющие. В завершении ведется расчет образования сажи и окислов азота.

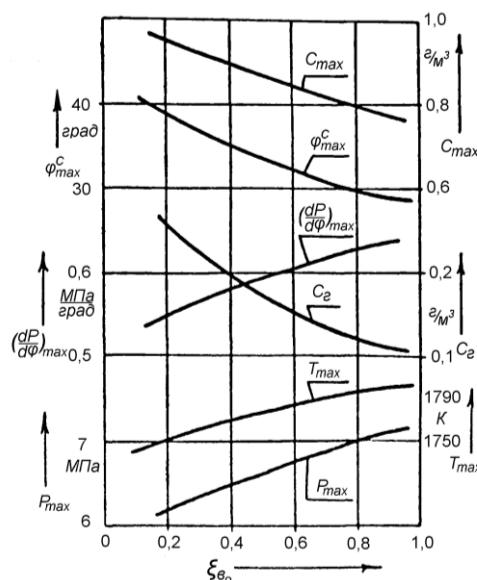


Рисунок 1. - Результаты расчета.

Расчетные исследования, проведенные с учетом рекомендаций Н.Ф. Разлейцева [8], А.С. Хачияна, В.А. Звонова, С.А. Батурина, А.Л. Новоселова (рисунок 1) показали, что при использовании присадки воды в количестве $\xi_{в/ф}$ с 0,2 до 1, максимальное содержание сажи в цикле C_{max} снижается более чем на 20 %, а на выхлопе C_r - на 30-40 %. Кроме того, показано, что изменение $\xi_{в/ф}$ с 0,4 до 0,6 приведет к снижению температуры цикла - к уменьшению NO_x до 30% [5, 6].

Использование водо-топливных эмульсий позволит довольно эффективно повысить экономичность дизельных двигателей на 4-6%, снизить выбросы токсичных составляющих с отработавшими газами NO_x - в (2...2,5) раза, CO - (1,5...2) раза, также снизить температуры отработавших газов и количества твердых частиц.

Литература

1. Применение водотопливных эмульсий в судовых дизелях [Текст] / Ю.И. Воржев // Двигателестроение, 1986. – № 12. – С. 30–33.
2. Способы диспергирования и другие факторы, способствующие полному сгоранию в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) [Текст] / О.К. Давтян // Доклады АН Армянской ССР том 23, 1981. – № 4. – С. 234–240.
3. Топливные эмульсии [Текст] / В.М. Иванов // Москва: АН СССР, 1962 - с.216.
4. Матиевский, Анализ воздействия присадки воды к рабочему телу в дизеле на показатели цикла и индикаторный КПД [Текст] / Д.Д. Матиевский, А.Е. Свистула, А.Р. Тактат // Вестник Алтайской науки. – 2004. – вып.1. – С. 234-237.
5. Матиевский, Д.Д. Повышение качества рабочего процесса дизеля использованием присадки воды к топливу [Текст] / Д.Д. Матиевский, А.Е. Свистула, А.Р. Тактат // Наукові праці: Техногенна безпека. Т.43 Вип.30. - Миколаїв: Вид-во МДГУ, 2005. – С. 89–92.
6. Свистула, А.Е. Анализ эффективности использования теплоты в цикле дизеля с присадкой воды к рабочему телу [Текст] / А.Е. Свистула, Д.Д. Матиевский // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2004. № 1. – С. 68–73.
7. Система питания дизеля [Текст] / А.Е. Свистула, Д.Д. Матиевский, Е.М. Калужный, А.Р. Тактат // Патент на полезную модель № 42073. Заявка №2004121938 от 20.11.2004.
8. Разлейцев Н.Ф. Моделирование и оптимизация процесса сгорания в дизелях [Текст] / Н.Ф. Разлейцев. – Харьков : Высшая школа, 1980. – 169 с.
9. Матиевский, Д.Д. Метод анализа индикаторного КПД рабочего цикла двигателя [Текст] / Д.Д. Матиевский // Двигателестроение, 1984. – № 6. – С. 7-11.

$$Q_{oo} = \frac{0,072 A n_o (p_{H_1} - p_B)}{\ln \left[\frac{2(h_o - h) \sin \beta_o}{r_o} + 1 \right]}; \quad (3)$$

$$\text{где } A = \frac{(\delta_{II} + 0,652 \cdot 10^{-13} p_{H_1})^3}{\nu \rho};$$

p_B, p_o, p_{H_1} - давление топлива в наполнительной и отсечной магистрали, в надплунжерной полости в начале расчетного интервала;

δ_{II} - зазор в компрессионной части плунжера;

ν, ρ - динамическая вязкость и плотность топлива;

d_{II}, l_{II} - диаметр плунжера и длина компрессионной части плунжера;

n_B, n_o - количество наполнительных и отсечных отверстий;

h - ход плунжера;

h_B - расстояние от нагнетательной кромки до нижней кромки наполнительного отверстия;

h_o - длина золотниковой части плунжера под отсечным отверстием;

r_B, r_o - радиус наполнительного и отсечного отверстий;

β_B, β_o - угол наклона нагнетательной и отсечной кромки плунжера к его оси.

Утечки топлива через зазор между иглой и корпусом распылителя

$$Q_{yf} = \frac{\pi d_{II} \delta_{II}^3 p_{\phi_1}}{96 \nu \rho l_{II}}, \quad (4)$$

где d_{II}, l_{II} - диаметр и длина компрессионной части иглы;

δ_{II} - зазор между иглой и корпусом распылителя;

p_{ϕ_1} - давление в кармане корпуса распылителя в начале расчетного интервала времени.

Для анализа тепловыделения и индикаторного КПД поршневого двигателя внутреннего сгорания (ДВС) использован метод [11-13], апробированный на кафедре ДВС АлтГТУ, в соответствии с которым индикаторный КПД η_i представляет собой разность относительного количества располагаемой теплоты, введенной в цикл, и долей потерянной ΔX_{HII} и неиспользуемой δ_i теплоты в цикле

$$\eta_i = 1 - \Delta X_{HII} - \delta_o - \delta_{HC} - \delta_K - \delta_w, \quad (5)$$

где неиспользование теплоты δ_i определяется по уравнению непосредственной связи индикаторного КПД с характеристиками выделения и отвода теплоты от рабочего тела (РТ), которые описывают одну из сторон внутрицилиндровых процессов: выгорания топлива, теплообмена, диссоциации и пр., и выражается коэффициентами неиспользования теплоты $\delta_o, \delta_{HC}, \delta_K = \delta_c + \delta_b, \delta_w$ соответственно в эталонном цикле, от несвоевременности ввода [11], переменности состава и температуры РТ, по причине отвода теплоты по ходу развития цикла [12-13].

Расчетно-экспериментальные исследования проводились применительно к топливной аппаратуре типа ТН 10×10 дизеля размерностью 13/14 [7].

Наибольшие утечки в плунжерной паре (более 95 %) наблюдаются в наполнительное и отсечное отверстия, и лишь менее 5 % - через компрессионную часть плунжера (рисунок 2). Наибольшая скорость утечек наблюдается в момент впрыска и продолжается в течение 8-10° п.к.н. Утечки через компрессионную часть плунжера уменьшаются с увеличением ее длины и могут быть практически устранены введением аккумулирующего объема в виде кольцевых канавок. Утечки топлива через зазор между иглой и корпусом распылителя форсунки очень незначительны и составляют сотые доли процента от общего объема утечек.

С увеличением зазора в плунжерной паре (рисунок 2) утечки резко возрастают. Следует отметить, что износ плунжерной пары происходит неравномерно, даже при небольшом среднем зазоре утечки могут достигать значительных величин.

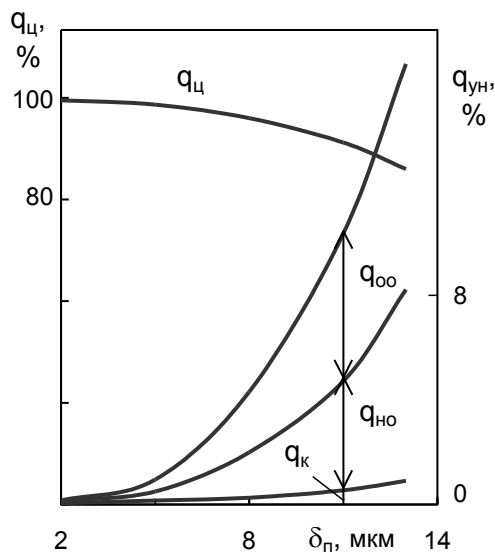


Рисунок 2 - Влияние зазора в плунжерной паре на цикловую подачу и утечки топлива

Увеличение диаметра плунжера приводит к относительному уменьшению площади зазора и, соответственно, (при неизменной цикловой подаче топлива) к снижению доли утечек при одновременном росте динамики впрыска — увеличивается давление и сокращается продолжительность впрыска.

С увеличением относительной величины суммарных утечек топлива q_y (рисунок 3) наблюдается запаздывание угла начала подачи топлива $\Delta\varphi_{нв}$, уменьшение максимального $P_{фmax}$ и среднего $P_{ф ср}$ давления и соответственно объемной скорости впрыскивания, увеличение продолжительности подачи топлива $\varphi_{впр}$ (при сохранении цикловой порции топлива, поданной в цилиндр). Следует отметить, что при достижении относительной величины утечек более 15 %, объемная скорость поступления топлива в форсунку снижается настолько, что возможна промежуточная посадка иглы форсунки и дробный впрыск топлива. Отмеченное явление приводит к дополнительному увеличению продолжительности впрыскивания топлива, снижению давления и соответственно динамики впрыскивания топлива.

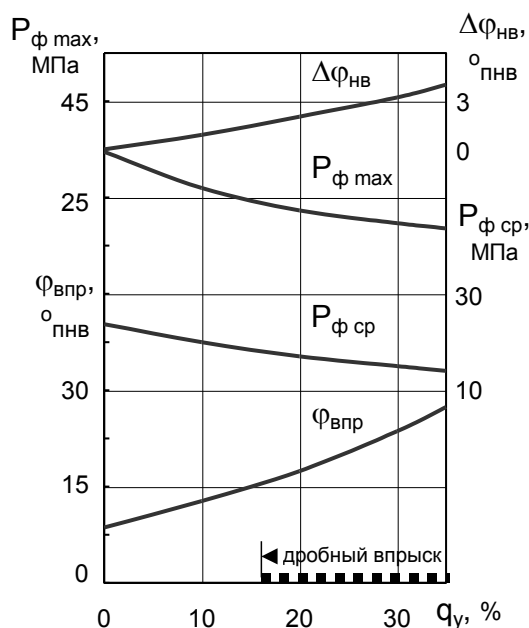


Рисунок 3 - Зависимость параметров впрыска от относительной величины суммарных утечек топлива ($q_{ц}=\text{const}$)

На рисунке 4 показано изменение параметров тепловыделения и баланса теплоты в зависимости от суммарных утечек топлива при условии сохранения неизменными угла начала подачи топлива $\varphi_{нв}$ и цикловой порции топлива $q_{ц}$, поданной в цилиндр. Рост тепловыделения в диффузионной фазе в более поздний период относительно ВМТ приводит к значительному увеличению коэффициентов, определяемых несвоевременностью ввода теплоты $\delta_{нс}$ на 1,5 % и ее неполнотой $\Delta_{нп}$ на 1 %. Другие коэффициенты не претерпевают существенных изменений. В целом, увеличение утечек топлива q_y до 30 % вызывает падение индикаторного КПД η_i на 0,02, что составляет более 4,5 % от его величины.

С увеличением утечек топлива q_y до 30 % одновременно происходит запаздывание угла начала впрыска топлива $\varphi_{нв}$ (рисунок 3). Такое изменение характеристики впрыска приводит к снижению среднего индикаторного давления P_i , индикаторного КПД η_i , что вызвано значительным ростом коэффициентов несвоевременности $\delta_{нс}$ и неполноты $\Delta_{нп}$ ввода теплоты соответственно на 2,5 % и 1,5 % (рисунок 5). В целом, индикаторный КПД η_i снижается на 0,037, что составляет к уровню его начального значения почти 8 %. Таким образом, увеличение утечек топлива до 30 % по отношению к цикловой порции даже при их компенсации увеличением активного хода плунжера приводит к снижению индикаторной экономичности на 8 %.

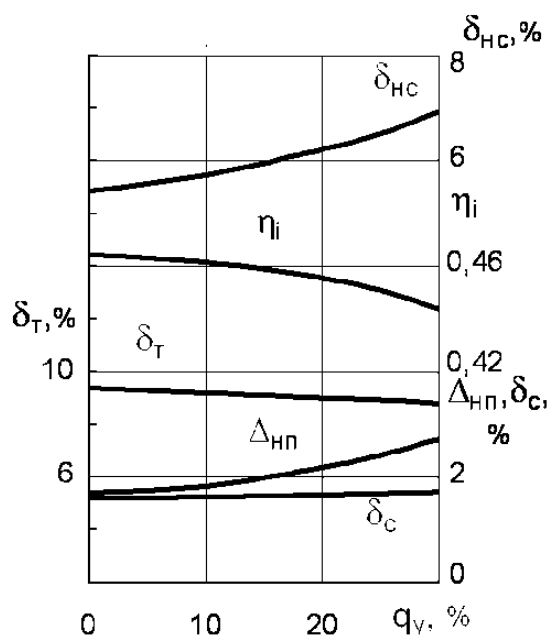


Рисунок 4 - Параметры тепловыделения и составляющие баланса теплоты в зависимости от суммарной утечки топлива ($q_{ц}=\text{const}$, $\varphi_{нв}=\text{const}$, $n=\text{const}$)

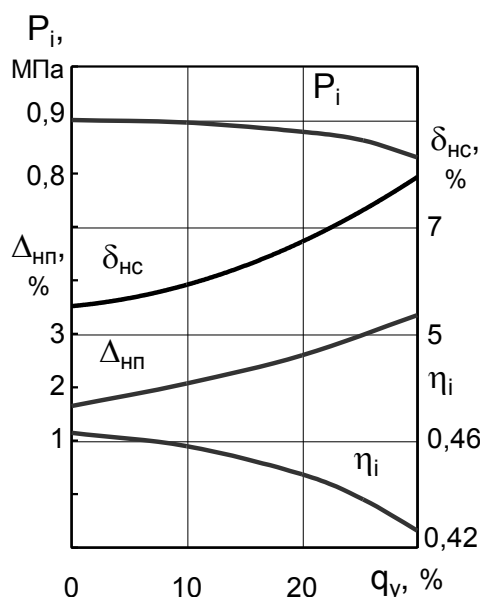


Рисунок 5 - Составляющие баланса теплоты в зависимости от суммарной утечки топлива ($q_{ц}=\text{const}$, $\varphi_{нв}=\text{var}$, $n=\text{const}$)

Итак, численным методом исследовано влияние утечек топлива через зазоры в прецизионных деталях ТА на параметры впрыска, рабочего процесса и индикаторный КПД. Установлена количественная и качественная связь величины утечек в прецизионных элементах и параметров рабочего процесса дизеля, эффективности использования теплоты в цикле: наличие утечек вызывает снижение относительной скорости впрыска топлива, рост коэффициентов несвоевременности $\delta_{нс}$ и неполноты $\Delta_{нп}$ ввода теплоты, что определяет снижение индикаторного КПД η_i на 8 %. Целесообразно выполнять оценку утечек топлива в ТА, изменения параметров рабочего процесса и эффективности использования теплоты в цикле при переводе двигателя на альтернативные топлива [6, 8, 14] для разработки эффективных конструктивных и технологических мероприятий [15].

Список литературы

1. Астахов И. В. Подача и распыливание топлива в дизелях [Текст] / И. В. Астахов, В. И. Трусов, А. С. Хачиян и др. – М.: Машиностроение, 1972. – 359 с.
2. Таусенев Е.М. Надежность, основные неисправности и причины отказов насосов высокого давления аккумуляторных топливных систем дизелей [Текст] / Е.М. Таусенев, А.Е. Свистула // Машиностроение и компьютерные технологии. – 2012. – № 9. – С. 7.
3. Таусенев Е.М. Применение теплоизоляторов при ремонте, техническом обслуживании и модернизации топливной аппаратуры дизелей, постановка цели, выбор объекта и методов исследования [Текст] / Е.М. Таусенев, А.Е. Свистула // Машиностроение и компьютерные технологии. – 2012. – № 8. – С. 4.
4. Матиевский Г.Д. Оптимизационная скоростная характеристика двигателя [Текст] / Свистула А.Е., Матиевский Г.Д. // Вестник Сибирского Отделения Академии Военных Наук. – 2011. – № 10. – С. 111.
5. Васильев, И.П. Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля: монография [Текст] / И.П. Васильев. – Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2009. – 240 с.
6. Мысник, М. И. Анализ теплофизических свойств альтернативных топлив для двигателей внутреннего сгорания [Текст] / М. И. Мысник, А. Е. Свистула // Ползуновский вестник. – 2009. – №1 – 2. – С.37–43.
7. Фролкин А.С. Опыт использования рапсового масла в качестве топлива для дизелей "ПО АМЗ" [Текст] / А.С. Фролкин, А.Е. Свистула, И.А. Свистула // В сб.: Энергетические, экологические и технологические проблемы экономики (ЭЭТПЭ); Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН, Институт водных и экологических проблем СО РАН, Институт химической кинетики и горения СО РАН, Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. – Барнаул: изд-во Алтайский дом печати, 2008. – С. 226-229.
8. Мысник М.И. Исследование характеристик струи рапсового масла, распыленного форсункой CommonRail [Текст] / М.И. Мысник, А.Е. Свистула // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – 2016. – Т. 3. – № 1. – С. 21-25.
9. Фомин Ю. Я. Топливная аппаратура дизелей [Текст] / Ю. Я. Фомин, Г. В. Никонов, В. Г. Ивановский. – М.: Машиностроение, 1982. – 168 с.
10. Мысник М.И. Метод гидродинамического расчёта комбинированной системы питания дизельного двигателя [Текст] / А.Е.Свистула, М.И. Мысник // В сборнике: Повышение экологической безопасности автотракторной техники сборник статей. Российская Академия транспорта, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. Барнаул, 2010. – С. 67-73.
11. Матиевский Д.Д. Анализ экономичности использования тепла в расчетном цикле ДВС / Д.Д. Матиевский [Текст] // Изв. ВУЗов. Машиностроение. – 1981. – № 8. – С. 71 - 74.
12. Matievsky D. The influence of effective utilization degree of diesel engine cylinder air charge on soot emission and indicated efficiency [Текст] / A. Svistula, D. Matievsky // Transport. – Vilnius: Technika. – 2005. – Vol XX. – №3. – p 96-98.
13. Свистула А.Е. Несвоевременность выделения теплоты в циклах ДВС [Текст] / Д.Д. Матиевский, А.Е. Свистула // Ползуновский Вестник. – 2007. – №4. – С. 79-87.
14. Использование биотоплив на основе растительных масел в дизельных двигателях [Текст] / В. А. Марков, Н. А. Иващенко, С. Н. Девянин, С. А. Нагорнов // Вестник МГТУ. Сер. Машиностроение. – 2012. – Спец. вып. № 7. – С. 74–81.
15. Приходько Е. Е. Применение металлоплакирующих составов в ДВС [Текст] / Е. Е. Приходько, Д. Д. Матиевский, А.Е.Свистула // Совершенствование мощностных, экономических и экологических показателей ДВС: материалы научн.-практ. семинара / ВГУ. – Владимир: изд-во Владим. гос. ун-та, 1997. – С. 30-31.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РОТОРНО-ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТРАНСПОРТЕ

Мамчур К. В. – студент гр. 8ЭМ-62, Тютиков С.А. – студент гр. 8ЭМ-72,

Свистула А.Е. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Роторно-поршневой двигатель (Ванкеля) — это двигатель, в котором ротор-поршень совершает не возвратно-поступательное движение, как в бензиновых и дизельных двигателях, а вращается по определенной траектории.

Роторный двигатель, был спроектирован и изготовлен сотрудником фирмы НСУ Филипом Ванкелем. Заслуга Ф. Ванкеля состоит в том, что он предложил форму внутренней полости статора изготавливать по эпитрохоиде, а форму ротора (поршня) — по гипотрохоиде и предложил работоспособные торцевые уплотнения.

Основная идея таких двигателей состоит в замене кривошипношатунных механизмов поршневых двигателей другими механизмами с вращательным движением звеньев, но с сохранением поршней, разделяющих проточную часть на отсеки, объем которых циклически изменяется.

В роторно-поршневых двигателях ротор треугольного поперечного сечения вращается на эксцентрикe внутри цилиндрического объема с эпитрохоидной боковой поверхностью. Рабочие полости образуются внешней эпитрохоидной поверхностью, боковыми плоскостями и поверхностью ротора. Планетарное движение ротора обеспечивается внутренним зацеплением шестерни ротора с неподвижной шестерней, расположенной на корпусе двигателя.

При вращении ротора объемы камер изменяются, за счет этого в них в строгой последовательности протекают процессы впуска, сжатия, воспламенения смеси и расширения и выпуск отработавших газов. За один оборот ротора (эксцентрик совершает три оборота) в трех камерах протекают все рабочие процессы обычного четырехтактного двигателя.

За этот период от одной свечи произойдет воспламенение смеси в трех разных камерах, произойдет по три впуска, сжатия и выпуска. Таким образом, за один оборот вала происходит одна вспышка.

Преимущества РПД:

1) меньшие габариты и удельный вес (на 30...50% меньше габариты и масса) при равной мощности и использовании для изготовления деталей, одинаковых по стоимости и степени дефицитности материалов;

2) более простую конструкцию (на 40% меньше деталей);

3) менее шумную работу;

4) меньшую вероятность появления детонационного сгорания при данной геометрической степени сжатия и применении воспламенения от искры;

5) лучшая уравновешенность в связи с отсутствием возвратно-поступательно движущихся масс.

Недостатки РПД:

1) наличие инерционных нагрузок на звенья силового механизма;

2) малая надёжность работы и долговечность системы уплотнений;

3) требуется высокое качество смазочных материалов;

4) ограниченный выбор конфигурации камеры сгорания;

5) низкая топливная экономичность;

6) большие потери на трение в системе уплотнения;

7) сложное изготовление деталей;

8) большая токсичность в сравнении с ПД;

9) склонность к перегреву.

Двигателем Ванкеля оснащались автомобили фирмы «НСУ» («Спидер» и Ro-80, «Ситроен» «ЖсБиротор»), «ТойоКогио» (выпущено более миллиона автомобилей с двигателем Ванкеля). Легкие подвесные лодочные моторы, бензопилы и другие изделия с двигателем Ванкеля выпускала фирма «Фитчел и Саш», экспериментальные автомобили и мотоциклы с роторно-поршневыми двигателями созданы в нашей стране (ВАЗ-311, ВАЗ-315, ВАЗ-415 и др.), в Германии («Мерседес С-111») и ряде других стран.

Изучением особенностей рабочего процесса и совершенствования конструкции РПД занимались многие фирмы. Работы над созданием автомобильных бензиновых двигателей принадлежат фирмам Кёртис-Райт, и Мерседес-Бенц. Возможность работы РПД по циклу дизеля продемонстрировала фирма «Ролс-Ройс».

С РПД экспериментировали концерн Citroen, Mazda, ВАЗ. Наибольших успехов добилась Mazda, которая выпустила свой легковой автомобиль с РПД еще в 1963 году, на четыре года раньше появления NSU Ro 80. Сегодня концерн Mazda оснащает РПД спорткары серии RX. Современные автомобили Mazda RX-8 избавлены от многих недостатков РПД Феликса Ванкеля. Они вполне экологичны и надежны, хотя среди автовладельцев и специалистов по ремонту считаются «капризными».

Если сравнивать экологические показатели РПД и современные поршневые двигатели, то на сегодняшний день в этом плане РПД проигрывает дизелям, но в то же время значительно выигрывает у двигателей, работающих на бензине. Наилучшим скачком развития в этой области для РПД был бы переход на водородное топливо. Это избавило бы от продуктов неполного сгорания, оставив в ОГ только воду и оксиды азота (NO_x).

Таким образом, можно сделать вывод из всего данного материала, что РПД, несмотря на свою недолговечность, имеют перспективу развития на современном рынке. Опыт немногочисленных владельцев машин, на которых установлены РПД, является довольно успешным. Залогом «живучести» РПД на сегодняшний день являются качественные моторные масла и бережная эксплуатация мотора. Но есть ряд немаловажных факторов, которые надо исправлять, чтобы сделать РПД конкурентоспособными с обычными поршневыми двигателями.