

4 - 2019

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АПК



www.texvestnik.ru

ОКТАБРЬ 2019 | ВЫПУСК 4

<p style="text-align: center;">Редакционный совет:</p> <p>к.т.н., доцент, Новопашин Л.А.- главный научный редактор. к.э.н., доцент, Юсупов М.Л.- заместитель председателя редакционного совета, зам. главного научного редактора;</p> <p style="text-align: center;">Редколлегия:</p> <ul style="list-style-type: none"> • профессор политехнического университета - Хосе Луис Лопес Гарсиа (Испания, г. Мадрид); • доктор-инженер, ассоциированный профессор - Ян Кампбелл (Чешская республика); • 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); <p>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 секретарь 8-996-187-97-31; Отдел научных материалов: 8-996-187-97-31; E-mail: texvestnik@gmail.com(для материалов)</p>	<p style="text-align: center;">К сведению авторов</p> <ol style="list-style-type: none"> 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: <ul style="list-style-type: none"> — 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. Формулы — 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): <ul style="list-style-type: none"> — 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 — Times New Roman; — иллюстрации к статье (при наличии); 8. Материалы, присланные в полном объеме по электронной почте. 9. Работы публикуются в авторской редакции.
---	---

Инженерное дело. Техника в целом

Оглавление

1. Стратегические задачи по обеспечению сельскохозяйственных товаропроизводителей современной сельскохозяйственной техникой и оборудованием	4
2. Уплотнительные подвижные соединения (уПС) гидропривода машин	12
3. Применение инновационных технологий при проектировании планетарных передач	18
4. Измерительно-управляющая система для металлорежущего станка.....	26
5. Аналитический метод проектирования кулачковых механизмов с применением компьютерных технологий	30
6. Имитационное моделирование объемных структур биотехнологических масс пищевых производств, в понятиях физико-химической механики	39
7. Модель полуавтоматизированной роторной гидропоники	49
8. Растительные масла как биоконпонент смесевых топлив для дизелей	56
9. Теоретическое исследование показателей дизеля дизельной электростанции при использовании мдст на основе биоэтанола и масла.....	64
10. Техническая диагностика и психология развития суждения специалиста.....	75
11. Применение системы автоматизированного проектирования компас-3d в подготовке инженеров аграрного производства.....	83

**СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СОВРЕМЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ТЕХНИКОЙ И ОБОРУДОВАНИЕМ**

Воронин Борис Александрович – доктор юридических наук, профессор, директор научно-исследовательского института аграрно-экологических проблем и управления сельским хозяйством, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 221-41-12, E-mail: voroninba@yandex.ru)

Юсупов Мамед Лечиевич – кандидат экономических наук, доцент, декан факультета инженерных технологий ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 9126009555 E-mail: mamed.yusupov.2014@mail.ru)

Новопашин Леонид Алексеевич – кандидат технических наук, доцент заместитель декана факультета инженерных технологий по научной работе ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Воронина Яна Викторовна – старший преподаватель кафедры управления и права ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 221-41-12)

Рецензент **М.Б. Носырев** – доктор технических наук профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, профессор ФГБОУ ВО Уральский ГАУ (620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8 (343) 222-40-00, E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника и оборудование, стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения, стратегические задачи по технической модернизации АПК.

Аннотация

Одним из определяющих факторов устойчивого экономического развития сельскохозяйственных организаций является наличие достаточного количества сельскохозяйственной техники и оборудования. Причем, сельскохозяйственная должна обеспечивать простой производительности труда, быть ресурсосберегающей и экологичной, то есть обладать современными характеристикам и концентрировать в себе лучшие практикисельскохозяйственного машиностроения.

В настоящее время в Российской Федерации принимаются активные меры поускоренному техническому и технологическому перевооружениюаграрного комплекса.

Чтобы обеспечить выполнение указа Президента Российской Федерации №204 от 7 мая 2018г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024года»[1] в части таких программ и проектов как: 1) производительность труда и поддержка занятости, 2) цифровая экономика, 3) международная кооперация и экспорт и других, необходимо реализовать в полном объеме Стратегию развития сельскохозяйственного машиностроения в Российской Федерации на период до 2030 года[2].

Эти стратегические задачи потребуют не только замены парка старой техники, но и внедрения свежих разработок в сфере роботизации, цифровых технологий и иных актуальных направлений модернизации аграрного сектора.

Разработка, производство и внедрение новых образцов сельскохозяйственной техники и технологического оборудования потребует подготовки кадров квалифицированных специалистов для работы в организациях машиностроения и в сельском хозяйстве. Для подготовки студентов необходимо иметь квалифицированные кадры преподавателей, научно-производственную и лабораторную базу в организациях аграрного образования. Нужно практикоориентированное обучение будущих специалистов.

В настоящей статье рассматриваются стратегические задачи по обеспечению сельскохозяйственных товаропроизводителей современными образцами сельскохозяйственной техники и оборудования.

STRATEGIC OBJECTIVES FOR SECURING AGRICULTURAL PRODUCT PRODUCERS OF MODERN AGRICULTURAL TECHNICIANS AND EQUIPMENT.

B.A. Voronin, doctor of law, professor, director of the scientific research institute of agrarian and ecological problems and agriculture management, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: denejko@yandex.ru)

M.L. Yusupov – candidate of economy sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. +7 9126009555 E-mail: mamed.yusupov.2014@mail.ru)

L.A. Novopashin – candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Y.V. Voronina – senior lecturer of the department of management and law of the Ural State Agrarian University.

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. +7 (343) 221-41-12)

Reviewer **M.B. Nosyrev** – doctor of technical sciences, professor, honorary worker of the highest professional education of the Russian Federation, professor of Ural State Agrarian University (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht st., 42 tel. 8 (343) 222-40-00, E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

Keywords: agricultural machinery and equipment, development strategy of agricultural engineering, strategic objectives for the technical modernization of the agricultural sector.

Annotation

One of the determining factors for the sustainable economic development of agricultural organizations is the availability of a sufficient amount of agricultural machinery and equipment. Moreover, agricultural should ensure simple labor productivity, be resource-saving and environmentally friendly, that is, have modern characteristics and concentrate the best practices of agricultural engineering.

Currently, the Russian Federation is taking active measures to accelerate the technical and technological re-equipment of the agricultural complex.

In order to ensure the implementation of Presidential Decree No. 204 of May 7, 2018 “On national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period until 2024” [1] in part of such programs and projects as: 1) labor productivity and employment support, 2) digital economy, 3) international cooperation and export, and others, must be implemented in full Strategy for the development of agricultural engineering in the Russian Federation for the period until 2030 [2].

These strategic tasks will require not only the replacement of the fleet of old equipment, but also the introduction of fresh developments in the field of robotics, digital technologies and other relevant areas of modernization of the agricultural sector.

The development, production and implementation of new images of agricultural machinery and technological equipment will require training of qualified specialists for work in mechanical engineering organizations and in agriculture. For the preparation of students, it is necessary to have qualified teachers, scientific-production and laboratory facilities in organizations of agricultural education. Need practice-oriented training for future professionals.

This article discusses the strategic objectives of providing agricultural producers with modern models of agricultural machinery and equipment.

Цель исследования: выявить тенденции и практические результаты обновления и модернизации парка сельскохозяйственной техники и технологического оборудования в организациях АПК.

Методы исследования: анализ, синтез, стратегическое прогнозирование, обобщение.

Результаты исследования.

Реализация Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения в Российской Федерации на период 2030 года положительно отразилась на развитии этой деятельности в стране.

В первом полугодии 2019 года производство сельхозтехники и оборудования в России увеличилось на 13,8% по сравнению с показателями за аналогичный период прошлого года, достигнув 53,4 млрд. руб., сообщила ассоциация «Росспецмаш». По данным Росстата, в январе – июне в стране было произведено почти 3 тыс. зерноуборочных комбайнов, что на 15% выше прошлогоднего уровня. Выпуск тракторов для сельского хозяйства увеличился на 31%, культиваторов – на 13%, картофелеуборочных комбайнов – на 2%, борон – на 0,3%. С учетом зарубежных производителей отгрузки сельскохозяйственных тракторов на внутренний рынок, согласно оценке «Росспецмаш», увеличились на 3,7%, до 13 тыс. шт., рост рынка тракторов наблюдался во всех мощностных диапазонах, за исключением сектора более 10 л.с. В частности, рынок малогабаритных тракторов с двигателем мощностью до 40 л.с., который формируется с основным, за счет бывшей в употреблении техники из Японии, в январе – июне вырос на 23%; мощностью 40 – 100 л.с. (в основном поставляется из Белоруссии) – на 3,5%. Объем отгрузок машин мощностью более 100 л.с. (в основном из Белоруссии и дальнего зарубежья) сократился на 20%, в то время как в сегменте полноприводных машин (определяется в основном отгрузками российских производителей) рост составил 7,2%. Одновременно рынок самоходных комбайнов (зерноуборочных и кормоуборочных) в январе – июне 2019 года продолжил снижение, сократившись на 8,2%, до 2,4 тыс. шт. В 2018 году, согласно подсчетам ассоциации, падение составило 16,6%, в 2017–м – 3,3%.

Нарастить производство агротехники и увеличить объем отгрузок на внутренний рынок удалось во многом благодаря действию «программы – 1432», в рамках которой Минсельхоз предоставил субсидии производителям сельхозтехники для ее реализации со скидкой 15 – 20%, отмечают «Россельмаш». По его данным, в январе – июне лидерами роста поставок техники стали Петербургский тракторный завод (+29%), Ковровский электромеханический завод (+47%), «Интенсивные технологии» (+26%), «Трактор» (+50%), «Евротехника» (+15%), «Ростсельмаш» (+6%), «Клевер» (+12%). По данным ассоциации, участниками программы являются рекордное число производителей: недавно Минпромторг выдал 97–е заключение на соответствие требованиям программы.

В 2018 году на субсидии в рамках постановления правительства №1432 из бюджета было выделено 10 млрд. руб., большую часть из них – 5,9 млрд. руб. – получил «Ростсельмаш», еще 1,5 млрд. руб. – Петербургский тракторный завод. В этом году на реализацию программы выделено 8 млрд. руб., к началу весны эти деньги уже были фактически израсходованы. Правительство объявило о намерении с 2020 года отменить скидки, сделав главным инструментом технического перевооружения АПК лизинг на льготных условиях. «Россельмаш», в свою очередь, просит правительство сохранить программу и выделять на нее по 16,5 млрд. руб. ежегодно в 2020 – 2023 годах[3].

Российское сельскохозяйственное машиностроение на протяжении последних пяти лет демонстрирует стремительный рост производства, благодаря чему доля отечественной сельхозтехники и оборудования на внутреннем рынке достигла 60% и удовлетворяет потребности российского сельского хозяйства. Об этом в интервью «Российской газеты» заявил министр промышленности и торговли РФ Денис Мантуров. «Сегодня на территории страны работают более ста высокоэффективных и стремительно развивающихся предприятий, где создано 38,5 тыс. рабочих мест. Наши сельхозмашины успешно конкурируют с самой современной техникой зарубежного производства», – рассказал он.

По словам министра, российский «сельхозмаш, как и другие высокотехнологичные отрасли, быстро внедряют самые свежие разработки в сфере роботизации и цифровых технологий, которые могут кардинально изменить облик агропромышленного комплекса». Так, многие сельхозмашины уже оснащены дистанционной телеметрией, позволяющей минимизировать простой и потери времени на сервисные операции. Более того, началась реализация взаимосвязанных проектов в области точного земледелия и «умного сельхоз хозяйства».

«Ведется работа по созданию и расширению линейки автономных сельскохозяйственных машин. При поддержке Минпромторга разработан и прошел испытания аппаратно – программный комплекс ГЛОНАСС «поле – мониторинг». Он позволит связать в единую систему электронную оцифровку рельефа, системы машинного зрения, беспилотное управление и моделирование процессов растениеводства. Тем самым мы создаем платформу для перехода на принципы цифровой экономики в агропромышленном комплексе»[4].

«Росагролизинг» планирует до конца года поставить аграриям более 6,5 тыс. единиц техники на сумму свыше 20 млрд. руб., рассказал гендиректор компании Павел Косов. В денежном выражении это на 20% больше показателя 2018 года, в физическом на – 30%.

С февраля действует программа обновления парка сельхозтехники «ОПТ 2,0», по которой техника предоставляется аграриям без аванса при льготной ставке 3% годовых с отсрочкой первого платежа на шесть месяцев, напомнил Косов. «Программа очень востребована, на сегодняшний момент в различных стадиях поставки у нас находится свыше 4 тыс. единиц техники на сумму 14,5 млрд. руб.», – рассказал он. В связи с большим числом заявок «Росагролизинг» планирует сократить срок принятия решения по типовому лизингу до одного дня. «Мы внедрили так называемый лизинговый конвейер, и сегодня большая часть заявок у нас уже обрабатывается в рамках одного дня: мы по ним либо принимаем решение, либо отказываем», – отметил гендиректор компании.

Кроме того, совет директоров «Росагролизинга» в мае утвердил пятилетнюю стратегию развития – в соответствии с ней к 2025 году компания рассчитывает поставить не менее 55 тыс. единиц отечественной сельхозтехники. Обновляют парк сельхозтехники, причем это обновление будет продолжаться еще на протяжении целого ряда лет, все равно нужно будет менять эту технику.

Между тем, по данным Минсельхоза, в 2018 году по отношению к уровню 2017-го вновь увеличилась доля техники, с года выпуска которой прошло 10 и более лет: тракторов – с 70,8 до 73,1%, зерноуборочных комбайнов – с 59 до 61,5%, кормоуборочных комбайнов – с 61,8 до 65,3%, говорится в нацдокладе о реализации госпрограммы развития АПК в 2018 году. По состоянию на 1 января 2019 года в стране было зарегистрировано 387 тыс. тракторов (на 2,8 тыс. меньше, чем на 1 января 2018-го), 131,2 тыс. зерноуборочных комбайнов (на 1,1 тыс. больше), 14,7 тыс. кормоуборочных комбайнов (на 108 меньше).

АО «Росагролизинг» – государственная лизинговая компания, созданная в 2011 году для решения задач по технической и технологической модернизации отечественного АПК. В 2018 году компания передала в лизинг 897 тракторов, 1,1 тыс. комбайнов, 2,8 тыс. единиц другой сельхозтехники и 668 единиц автомобильной техники, следует из нацдоклада. Крупнейшими получателями техники на условиях лизинга стали Поволжье (около 30% поставок) и Центральный федеральный округ (около 26%).

Не смотря на годовую поддержку, замены старой сельхозтехники эта работа пока медленно проводится в отдельных субъектах Российской Федерации. Так, по данным Министерства агропромышленного комплекса и продовольствия Свердловской области темпы обновления пока недостаточны. О чем свидетельствует график (рис.1)[6].

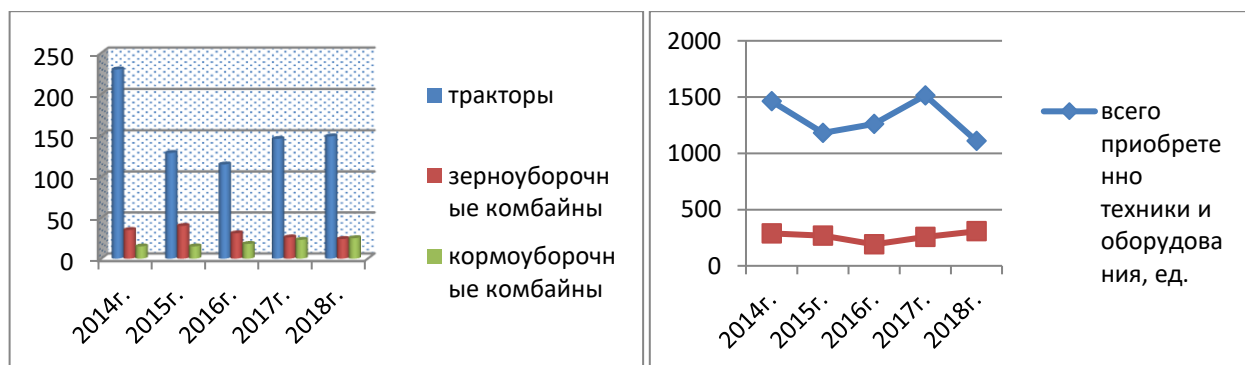


Рисунок 1 – обновление парка сельскохозяйственной техники (приобретение)

Выводы.

Проведенное исследование свидетельствует о том, что Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения в Российской Федерации на период до 2030 года и другие нормативные правовые акты, ориентированные на замену парка устаревших сельскохозяйственных машин и оборудования успешно реализуются.

Необходимо отметить и активизацию государства в этом вопросе, в частности, принятием постановления Правительства Российской Федерации №8 от 18 января 2019г. «О внесении изменений в правила предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники»[7].

Правительство РФ уточнило условия субсидирования производителей сельхозтехники. В частности, изменились лимиты суммарного объема субсидий, предоставляемых в зависимости от

численности персонала, участвующего в производстве. Увеличены суммы на единицу отдельных видов сельхозмашин.

С 2020г. производитель, помимо прочего, должен будет направлять в Минпромторг справку об использовании деталей и комплектующих, произведенных с применением российского алюминия.

Предусмотрено субсидирование в отношении сельскохозяйственной техники для производства льна.

Постановление вступает в силу со дня опубликования, с 23 января 2019г.

Правила предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники, были утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 г. №1432 «Об утверждении Правил предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники».

Правительство России утвердило Долгосрочную стратегию развития зернового комплекса до 2035 года, разработанную Министерством сельского хозяйства России. В соответствии с оптимистичным сценарием, к указанному сроку наша страна увеличит объем производства зерновых до 150,3 млн. тонн в год (по сравнению с 2018 годом прирост составит порядка 33%), а экспорт по итогам календарного года достигнет 63,6 млн. тонн (+16%).

Принятие зерновой стратегии потребует ускоренного развития парка сельскохозяйственной техники и оборудования.

Библиографический список

1. Указ Президента Российской Федерации №204 от 7 мая 2018г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024года» // Президент России [Электронный доступ]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/57425>

2. Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения в Российской Федерации на период до 2030 года // Правительство Российской Федерации [Электронный доступ]. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/Ba4B6YDTiuOitleLkDQ05MCbz4WrfZjA.pdf>

3. Информация ФГБУ «Центр агроаналитики» // Агроинвестор [Электронный доступ]. Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/archive/news/32451-samoe-interesnoe-za-nedelyu-s-16-po-22-sentyabrya/>

4. Минсельхоз поручил увеличить закупки сельхозтехники // Агроинвестор [Электронный доступ]. Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/tech/news/31347-minselkhoz-poruchil-velichit-zakupki-selkhoztekhniki/>

5. В 2019 году «Росагролизинг» хочет увеличить поставки техники на 30% // Агроинвестор [Электронный доступ]. Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/tech/news/32080-rosagrolizing-velichit-postavku-tekhniki-na-30/>

6. Брошюра Министерства агропромышленного комплекса и потребительского рынка. 2018. С.

7. Постановление Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 г. №1432 «Об утверждении Правила предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники» // Гарант.ру[Электронный доступ]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/77673856/>

Bibliographic list

1. Decree of the President of the Russian Federation No. 204 of May 7, 2018. “On national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period until 2024” // President of Russia [Electronic Access]. Access Mode: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/57425>

2. The development strategy of agricultural engineering in the Russian Federation for the period until 2030 // Government of the Russian Federation [Electronic Access]. Access Mode: <http://static.government.ru/media/files/Ba4B6YDTiuOitleLkDQ05MCbz4WrfZjA.pdf>

3. Information FSBI "Center for agricultural analytics" // Agroinvestor [Electronic access]. Access Mode: <https://www.agroinvestor.ru/archive/news/32451-samoe-interesnoe-za-nedelyu-s-16-po-22-sentyabrya/>

4. The Ministry of Agriculture instructed to increase purchases of agricultural machinery // Agroinvestor [Electronic Access]. Access Mode: <https://www.agroinvestor.ru/tech/news/31347-minselkhoz-poruchil-uvelichit-zakupki-selkhoztekhniki/>

5. In 2019, Rosagroleasing wants to increase the supply of equipment by 30% // Agroinvestor [Electronic Access]. Access Mode: <https://www.agroinvestor.ru/tech/news/32080-rosagrolizing-uvelichit-postavku-tekhniki-na-30/>

6. Brochure of the Ministry of Agriculture and the Consumer Market. 2018.S. 23

7. Decree of the Government of the Russian Federation of December 27, 2012 No. 1432 “On approval of the Rules for the provision of subsidies to manufacturers of agricultural machinery” // Garant.ru [Electronic Access]. Access Mode: <https://base.garant.ru/77673856/>

УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ ПОДВИЖНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (УПС) ГИДРОПРИВОДА МАШИН

Чудинов Александр Михайлович – старший преподаватель Уральский государственный аграрный университет (620075, г.Екатеринбург, ул. К.Либкнехта, д.42, тел.: +7(343)221-41-44, e-mail: alexxx777alex@mail.ru).

Гальчак Ирина Петровна – старший преподаватель Уральский государственный аграрный университет (620075, г.Екатеринбург, ул. К.Либкнехта, д.42, тел.: +7(343)221-41-44, e-mail: ira.gidravlika@mail.ru)

Салихова Марина Николаевна – старший преподаватель Уральский государственный аграрный университет (620075, г.Екатеринбург, ул. К.Либкнехта, д.42, тел.: +7(343)221-41-44, e-mail: salmar1981@mail.ru)

Рецензент **Л. А. Новопашин** – кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет (620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33- 63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Ключевые слова: гидроцилиндр, давление, изготовление, уплотнения, полиуретан, гидропривод, прочность, герметичность, износостойкость.

Аннотация

В работе рассмотрены требования предъявляемые к силовым гидроцилиндрам, рассмотрена технология изготовления гидроцилиндров. Предложены материалы для изготовления уплотнений гидроцилиндров в замен резиновых уплотнений. Рассмотрены достоинства и недостатки уплотнений изготовленных из полиуретанов.

К недостаткам полиуретанов относятся плохую эластичность и потерю прочности при высоких температурах, поэтому их применение не рекомендуется для работы свыше 95... 107 °С, а для нормальной работы уплотнения из полиуретана необходимо внешнее давление или воздействие упругого элемента. Кроме того, при температуре выше 70 °С происходит гидролиз полиуретанов. Применяемые в качестве материала для уплотнений уретановые термоэластопласты характеризуются высокой эластичностью, износостойкостью, масло - и бензостойкостью, из них изготавливают самосмазывающиеся уплотнения.

MOVABLE SEALING JOINTS (UPS) OF THE HYDRAULIC DRIVE OF THE MACHINE MADE OF POLYURETHANE

A.M. Chudinov – senior lecturer Ural state agrarian University (620075, Yekaterinburg, K. Liebknecht str., 42, tel.: +7 (343)221-41-44, e-mail address: alexxx777alex@mail.ru).

I.P. Galchak – senior lecturer Ural state agrarian University (620075, Yekaterinburg, K. Liebknecht str., 42, tel.: +7 (343)221-41-44, e-mail address: ira.gidravlika@mail.ru)

M.N. Salikhova – senior lecturer Ural state agrarian University (620075, Yekaterinburg, K. Liebknecht str., 42, tel.: +7 (343)221-41-44, e-mail address: salmar1981@mail.ru)

Reviewer L. A. Novopashin – candidate of technical Sciences, associate Professor, Ural state agrarian University (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Keywords: hydraulic cylinder, pressure, manufacture, seals, polyurethane, hydraulic drive, strength, tightness, wear resistance.

Annotation

The paper considers the requirements for power cylinders, considered the technology of manufacture of hydraulic cylinders. Materials for the manufacture of hydraulic cylinder seals in the form of rubber seals are proposed. Advantages and disadvantages of seals made of polyurethanes are considered.

The disadvantages of polyurethanes include poor elasticity and loss of strength at high temperatures, so their use is not recommended for operation above 95 ... 107 0C, and for normal operation of the polyurethane seal, external pressure or the action of an elastic element is necessary. In addition, at temperatures above 70 0C, hydrolysis of polyurethanes occurs. Urethane thermoplastic elastomers used as materials for seals are characterized by high elasticity, wear resistance, oil and gas resistance, and self-lubricating seals are made from them.

Требования, предъявляемые к гидроцилиндрам строительных машин Основные требования, предъявляемые к гидроцилиндрам строительных машин можно сформулировать следующим образом:

- Гидроцилиндры должны быть рассчитаны на возможность реализации максимальных усилий на рабочем органе.
- Расчетное давление должно соответствовать настройке предохранительных клапанов (порядка 32 МПа),
- ход штока гидроцилиндра должен обеспечивать необходимый диапазон перемещения рабочего оборудования.

Для обеспечения работоспособности и регламентируемой долговечности к гидроцилиндрам предъявляют общие технические требования в соответствии с ГОСТ 16514-79.

Основные из них:

- поршни и плунжеры гидроцилиндров должны плавно перемещаться по всей длине хода под статическим усилием;
- не допускаются боковые нагрузки на штоках гидроцилиндров, эти нагрузки могут привести к быстрому износу уплотнений, поршней и рабочей поверхности гильзы цилиндра;
- наружные утечки рабочей, жидкости через неподвижные уплотнения не допускаются, на подвижных поверхностях допускается наличие масляной пленки без каплеобразования;

- внутренние перетечки жидкости из одной полости цилиндра в другую должны быть минимальными и не должны превышать нормы, установленные в ТУ на цилиндр;
- рабочие поверхности деталей цилиндров должны быть износостойкими, коррозионно-стойкими или иметь защитные покрытия;
- для предотвращения попадания грязи и пыли в полость цилиндров должны применяться грязесъемники.

В связи с этим материал для изготовления гидроцилиндров должен обладать высокой прочностью, обеспечивающей работоспособность при заданном уровне рабочих давлений: при давлениях 10-20 МПа применяют материалы с прочностью 300...900 н/мм, а при давлении более 20,0 МПа – с прочностью более 900 н/мм.

Гильзы цилиндров изготавливают обычно из стальных бесшовных горячекатаных труб по ГОСТ 8732-78, сталей 35 и 45 или легированных сталей 3СХГСА и 12Х189Т. Внутренние поверхности корпусов обрабатывают по посадке Н8.

После механической обработки поверхность штока подвергается закалке ТВЧ до твердости 25-38 HRC (по нормали ОН-22-175-69). Поверхность штока хромируется и полируется. После механической обработки штоки должны удовлетворять следующим техническим требованиям [1]:

- рабочая поверхность штока должна быть выполнена по третьему 35 классу точности (посадка Нg);
- конусность и овальность в пределах поля допуска;
- не прямолинейность оси штока на длине 500 мм, не более 0,08 мм;
- шероховатость поверхности не ниже $Ra = 0,63$.

Шероховатость поверхности $Ra = 0,10$ мкм получается хонингованием или раскаткой шариками или роликами. Штоки цилиндров изготавливают из стальных поковок 4СХ или 3ОХГСА. Перед шлифовкой производят поверхностную закалку до ИКС 38-40. Наружную поверхность штока обрабатывают по посадке Н8. Шероховатость поверхности штока $Ra = 0,05$ мкм.

Поршни цилиндров изготавливают из сталей 35 и 45. Наружную поверхность поршня обрабатывают по посадке Нg. Шероховатость поверхности поршня $Ra = 0,80 \dots 0,40$ мкм [2,3].

Требования к точности изготовления деталей гидроцилиндров и шероховатости определяются также в основном условиями работы трущихся поверхностей материалов уплотнительных устройств.

2 Полиуретаны

В качестве материала для уплотнителей применяют различные полимерные материалы, как жесткие, так и эластичные [4].

Согласно рекомендациям ISO 0/R 472 мерой эластичности предлагается считать модуль упругости E . При $E > 700$ МПа полимеры относят к классу жестких, при $70 < E < 700$ МПа - к классу полужестких, при $E < 70$ МПа к классу эластичных.

В настоящее время полиуретановые эластомеры получили применение в качестве материалов для уплотнителей, так как имеют высокие прочность на растяжение и стойкость против абразивного изнашивания, хорошую сопротивляемость выдавливанию, химическую стойкость по отношению к продуктам нефти.

Благодаря перечисленным свойствам, полиуретаны пригодны для применения в узлах уплотнений сопряжений возвратно-поступательного и вращательного движения, работающих в тяжелых условиях.

Как показал опыт работы ВНИИГТТМаша [5], высокая степень герметизации в широком диапазоне давлений (от 0 до 600 МПа), длительный срок эксплуатации без ухудшения характеристик, минимальные усилия на трение, стабильность потерь на трение, простой монтаж и демонтаж – в значительной степени достигаются при выполнении манжет из полиуретана.

Полиуретановые манжеты выпускаются с внутренним диаметром от 10 до 2000 мм для плунжеров и цилиндров.

К основным группам полиуретанов относятся: литьевые, вальцуемые и термопластичные.

Наиболее распространены литьевые полиуретаны, т.к. они по сравнению с вальцуемыми и термопластичными обладают улучшенными прочностными показателями и являются более технологичными.

За рубежом выпускаются литьевые полиуретаны, используемые для изготовления уплотнений: вулколлан (фирмы "Вайер", ФРГ), адипрен (фирма "Дюпон", США) формрез (фирма "Уитко Кемикл Компани", Англия). Так, например, фирмой Parker-Prodifa (ФРГ) получен полиуретан U-28 [4], при сравнительных испытаниях на выдавливание в зазор и износостойкость показавший лучшие характеристики, относительно применявшихся ранее полиуретанов. Кроме того, он превосходит их по эластичности и прочности и способен работать в диапазоне температур от -40 до +110°C.

Отечественной промышленностью выпускаются следующие марки полиуретановых эластомеров: СКУ-В, СКУ-6Л, СКУ-7Л, СКУ-ПФЛ, СКУ-ЮМ, СКУ-НЛ, которые также используются для производства уплотнений.

Из вулколлана изготавливают манжетные уплотнения диаметром от 2 мм до 2 м. Срок службы деталей из вулколлана-18 в 3-4 раза выше, чем резиновых [6].

В качестве материала для уплотнений рекомендуется также полиуретан марки СКУ-6, а также вальцуемые полиуретаны марок ТБ-18, 51-1595 и полиуретаны на основе ИСК-УР-4 [7].

Применяемые в качестве материала для уплотнений уретановые термоэластопласты характеризуются высокой эластичностью, износостойкостью, масло- и бензостойкостью, из них изготавливают самосмазывающиеся уплотнения.

К недостаткам полиуретанов относятся плохую эластичность и потерю прочности при высоких температурах, поэтому их применение не рекомендуется для работы свыше 95... 107 °С, а

для нормальной работы уплотнения из полиуретана необходимо внешнее давление или воздействие упругого элемента. Кроме того, при температуре выше 70 °С происходит гидролиз полиуретанов. Несмотря на некоторые недостатки у полиуретанов их использование в качестве уплотнений гидроцилиндров позволит увеличить срок службы работы силовых гидроцилиндров.

Библиографический список

- 1 Марутов, В.А. Гидроцилиндры/ В.А. Марутов, С.А. Павловский. -М.: Машиностроение. 1966. -171. с.
- 2 Гидравлика и гидропневмопривод. Учебник / Под ред. Стесина С.П.. - М.: Academia, 2018. - 240 с.
- 3 Башта, Т.М. Гидроприводы и гидроавтоматика/Т.М. Башта.- М.:Машиностроение, 1978. - 240 с.
- 4 Now generation polyurethanes for fluid power / Zorber Gerd int.-1988, №397. С 154-157.
- 5 Быченин, А.П. Триботехника и триботехнологии : учебное пособие / А.П. Быченин, О.С. Володько. — Самара : СамГАУ, 2018. — 247 с. — ISBN 978-5-88575-510-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109458> (дата обращения: 30.09.2019)
- 6 Галимов, Э.Р. Современные конструкционные материалы для машиностроения : учебное пособие / Э.Р. Галимов, А.Л. Абдуллин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 268 с. — ISBN 978-5-8114-4578-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122184> (дата обращения: 10.09.2019).
- 7 Чудинов А.М., Гальчак И.П. Конструкции силовых гидроцилиндров сельскохозяйственных машин. Инновационная наука. Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна" (Уфа) – 2016. – 223 с.

Bibliographic list

1. Marutov, V.A. Hydraulic cylinders / V.A. Marutov, S.A. Pavlovsky. -M .: Engineering. 1966. -171. from.
2. Hydraulics and hydropneumatic actuator. Textbook / Ed. Stesina S.P. - M .: Academia, 2018 .-- 240 p.
3. Bashta, T.M. Hydraulic actuators and hydraulic automation / T.M. Bashta.- M.: Mechanical Engineering, 1978.- 240 p.
4. Now generation polyurethanes for fluid power / Zorber Gerd int.-1988, No. 397. S 154-157.
5. Bychenin, A.P. Tribotechnology and tribotechnology: a training manual / A.P. Bychenin, O.S. Volodko. - Samara: Samara State Agrarian University, 2018 .-- 247 p. - ISBN 978-5-88575-510-8.

- Text: electronic // “Doe” electronic library system: [site]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/109458> (accessed September 30, 2019)
6. Galimov, E.R. Modern structural materials for mechanical engineering: a training manual / E.R. Galimov, A.L. Abdullin. - 2nd ed., Erased. - St. Petersburg: Doe, 2019 .-- 268 p. - ISBN 978-5-8114-4578-3. - Text: electronic // “Doe” electronic library system: [site]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/122184> (accessed September 10, 2019).
7. Chudinov A.M., Galchak I.P. Structures of power hydraulic cylinders of agricultural machines. Innovative science. Aeterna Limited Liability Company (Ufa) - 2016. - 223 p.

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПЛАНЕТАРНЫХ ПЕРЕДАЧ

Эльяш Наталья Николаевна – кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет (620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42; тел. +7 912 275 98 92) e-mail: vasilisa4kota@yandex.ru

Незамаева Ольга Николаевна – старший преподаватель кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет; 620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42 (тел.+7 912 201 41 24), ola-nez@mail.ru

Рецензент Л.А. Новопашин– кандидат технических наук, доцент, зам. декана факультета инженерных технологий по научной работе, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, (г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42;тел. 8 (343) 221-41-01); e-mail: novopashin-leonid@yandex.ru

Ключевые слова: автоматизация расчетов, кинематика планетарных передач, основные условия синтеза передач, условия соосности, соседства и сборки, разработка алгоритма и программы, оптимизация по критерию минимальных габаритов и массы.

Аннотация

При выборе схемы механизма требуется комплексный учет целого ряда факторов, таких как условия работы механизма, наиболее приемлемые значения коэффициента полезного действия (КПД), габариты, масса, величина передаточного отношения. Наибольшее значение при этом имеет подбор чисел зубьев центральных колес и сателлитов. Составлять оптимальную схему планетарного механизма необходимо с учетом множества как основных, так и дополнительных условий, которые определяют качественные показатели ее работы.

К числу обязательных условий относятся следующие: величина передаточного отношения, условие соосности, условие соседства сателлитов, условие сборки.

В качестве условий оптимизации могут быть приняты в зависимости от поставленных требований: обеспечение высокого КПД, обеспечение прочности зубчатых зацеплений, достижение минимальных динамических нагрузок и минимальной массы и габаритов.

Выполнение комплекса заданных условий оптимизации представляет собой сложную задачу многокритериального синтеза, которая решается с применением современных информационных технологий. Данной проблеме и посвящена предлагаемая автором методика проектирования планетарных передач, содержащая принципиально новый подход к выбору соотношения чисел зубьев колес по заданному критерию оптимальности.

Традиционно задача подбора числа зубьев осуществляется путем разложения передаточного отношения на сомножители, пропорциональные назначаемым числам зубьев колес [1, 2]. Число вариантов может быть крайне велико; при этом одни сочетания чисел зубьев удовлетворяют, например, условию сборки, а другие – условию соседства. Кроме того, выбранные сочетания могут не учитывать то условие, что количество зубьев колес, а также количество сателлитов – это целые числа.

Разработанная автором методика представлена на примере двухрядного планетарного механизма, состоящего из внутреннего и внешнего зацепления сателлитов с центральными колесами. Предлагаемый алгоритм и программа расчета исключает громоздкие вычисления, связанные с разложением передаточного отношения на сомножители, за счет чего осуществляется наискорейший поиск оптимального решения.

APPLICATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE DESIGN OF PLANETARY GEARS

N. N. Elyash – candidate of technical Sciences, associate Professor, Ural state agrarian University (Karl Liebknecht str., 42, Yekaterinburg, 620075; tel.+7 912 275 98 92) e-mail: vasilisa4kota@yandex.ru

O. N. Nezamaeva – senior lecturer of the Department of technological and transport machines of the Ural state agrarian University; 620075, g. Ekaterinburg, Karla Libknekhta, 42 (tel.+7 912 201 41 24), ola-nez@mail.ru

Reviewer **L. A. Novopashin** – candidate of technical Sciences, associate Professor, Deputy Dean of the faculty of engineering technologies for scientific work, Ural state agrarian University, (Ekaterinburg, ul. Karl Liebknecht, 42; phone: 8 (343) 221-41-01); e-mail: novopashin-leonid@yandex.ru

Keywords: automation of calculations, kinematics of the planetary gear, the basic conditions for the synthesis of transmissions, the conditions of alignment, adjacency and assembly, algorithm development and software optimization for minimum size and weight.

Annotation

When choosing the scheme of the mechanism requires a comprehensive account of a number of factors, such as the operating conditions of the mechanism, the most acceptable values of the efficiency (efficiency), dimensions, weight, the value of the ratio. The greatest importance in this case is the selection of the number of teeth of the central wheels and satellites. It is necessary to make the optimal scheme of the planetary mechanism taking into account a set of both basic and additional conditions that determine the quality indicators of its work.

Among the mandatory conditions are the following: the value of the transfer ratio, the condition of misalignment, the condition of the adjacency of satellites, the assembly condition.

The optimization conditions can be taken depending on the requirements: ensuring high efficiency, ensuring the strength of the gears, achieving minimum dynamic loads and minimum weight and dimensions. Implementation of the set of optimization conditions is a complex problem of multi-criteria

synthesis, which is solved with the use of modern information technologies. This problem is devoted to the proposed method of designing planetary gears, which contains a fundamentally new approach to the selection of the ratio of the number of teeth of wheels for a given criterion of optimality.

Traditionally, the task of selecting the number of teeth is carried out by decomposing the gear ratio into factors proportional to the assigned numbers of teeth of the wheels [1, 2]. The number of variants can be extremely large; in this case, some combinations of the numbers of teeth satisfy, for example, the assembly condition, and others – the adjacency condition. In addition, the selected combinations may not take into account the condition that the number wheels teeth, as well as the satellites number, are integers.

The method developed by the author is presented on the example of a two-row planetary mechanism consisting of internal and external engagement of satellites with central wheels. The proposed algorithm and calculation program eliminates the cumbersome calculations associated with the expansion of the transfer ratio into factors, due to which the fastest search for the optimal solution is carried out.

Зубчатые механизмы, в которых хотя бы одна из осей подвижна, называют планетарными. Переход от обычных зубчатых передач к планетарным обеспечивает при прочих равных условиях меньшие габариты и вес, что в свою очередь способствует повышению нагрузочной способности вследствие распределения нагрузки между несколькими сателлитами. Кинематические схемы планетарных передач разнообразны; наиболее простые из них представлены на рис.1. В силовых передачах чаще всего применяются схемы, представленные на рис. 1(а) и (б), поскольку для схем (в) и (г) при увеличении передаточного отношения существенно уменьшается коэффициент полезного действия.

Схема, изображенная на рис.1 под символом (а), применяется в редукторах с передаточным отношением $u_{IH} \leq 9$; при этом передаточные отношения находятся в пределах 0,96...0,98. Схема, изображенная на рис. 1 (б), имеет те же центральные колеса 1 и 4, но на подвижной оси расположен блок сателлитов, состоящий из двух колес с разным числом зубьев. Такую схему используют для получения передаточных отношений $9 < u \leq 45$; при этом обеспечиваются значения КПД 0,94 ... 0,97 .

Основная задача проектирования планетарного механизма заключается в обеспечении заданного передаточного отношения; при этом по заданному передаточному отношению необходимо подобрать числа зубьев колес. Выбор схемы механизма требует комплексного учета целого ряда факторов: условий работы механизма, наиболее приемлемых значений КПД, габаритов, массы, величины передаточного отношения. Очень важно выбрать оптимальную схему механизма, так как одно и то же передаточное отношение можно обеспечить различными схемами механизмов, которые значительно могут отличаться по указанным выше факторам.

Планетарная передача (рис.1) состоит из центрального подвижного колеса 1, центрального неподвижного колеса 4, водила Н и сателлитов. Для передачи движения в однорядной передаче достаточно одного сателлита 2, в двухрядной передаче предусмотрен блок из двух сателлитов - 2 и 3.

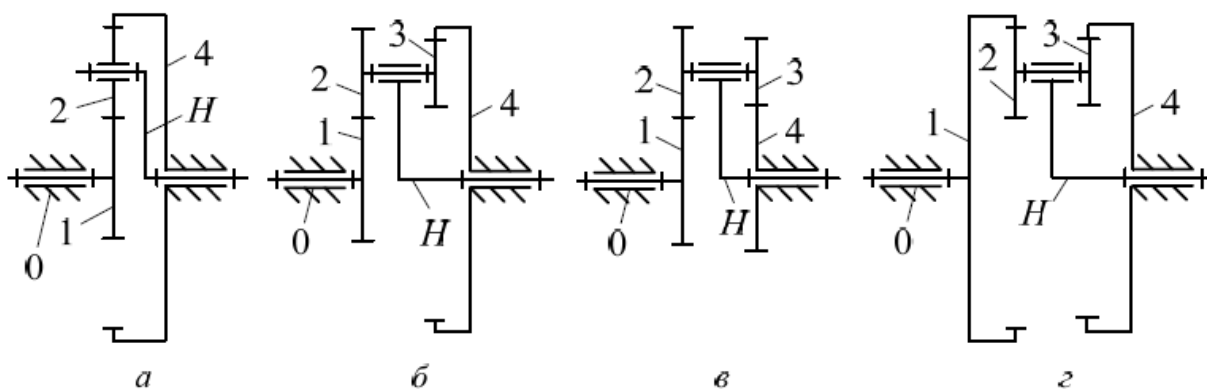


Рисунок 1 - Схемы однорядной (а) и двухрядных передач: с одним внешним и одним внутренним зацеплением (б), с двумя внешними зацеплениями (в), с двумя внутренними зацеплениями (г).

Цель работы состоит в разработке методики оптимизации параметров двухрядной планетарной передачи.

Методика расчета планетарных передач для однорядной схемы (рис. 1, а) подробно освещена в соответствующих литературных источниках [1, 3] и достаточно легко может быть реализована при ручном проектировании. Решение осуществляется путем перебора небольшого количество вариантов и анализа полученных результатов методом последовательного приближения [4]. При этом не ставится задача оптимизации по таким критериям, как минимальный вес и габариты механизма.

Сложнее обстоит дело в случае двухрядного расположения зубчатых колес. По сравнению с традиционными классическими методами разложения на сомножители [1, 2] предлагаемый алгоритм расчета может быть реализован как при ручных вычислениях, так и с помощью программного обеспечения. При этом сокращается время на перебор множества вариантов, их анализ и выбор оптимального решения. В данной работе задача кинематического синтеза решается для схемы двухрядного планетарного механизма, состоящего из внутреннего и внешнего зацепления сателлитов с центральными колесами.

Проектирование кинематической схемы планетарного редуктора заключается в подборе числа зубьев колес и определении числа сателлитов по дополнительным условиям синтеза.

При подборе числа зубьев колес необходимо учитывать следующие ограничения:

1. Числа зубьев колес z_1, z_2, z_3, z_4 должны быть целыми числами;
2. Желательно использовать в передаче некорригированные колеса, поэтому для колес с

внешними зубьями $z \geq 17$, а для колес с внутренними зубьями $z \geq 85$;

3. Оси центральных колес и водила должны совпадать (условие соосности).

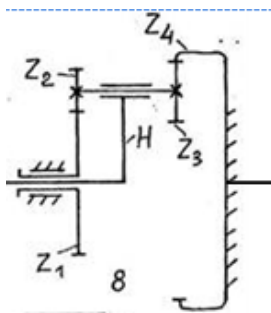


Рисунок 2

Для двухрядной схемы с одним внешним и одним внутренним зацеплением (рис. 2) условие соосности записывается в виде

$$r_H = r_1 + r_2 = r_4 - r_3 \quad (1)$$

r_1, r_2, r_3, r_4 - радиусы делительных окружностей центральных колес 1 и 4 и сателлитов 2 и 3.

или при одинаковых модулях m_{12} и m_{34}

$$z_H = z_1 + z_2 = z_4 - z_3 \quad (2)$$

4. При установке в одной плоскости сателлиты должны быть расположены таким образом, чтобы между окружностями вершин соседних сателлитов обеспечивался гарантированный зазор (рис. 3).

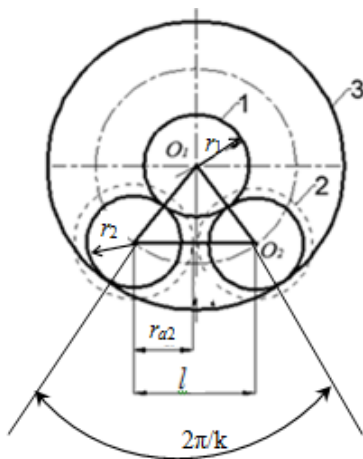


Рисунок 3

Это условие называется условием соседства и может быть выражено следующим неравенством

$$l > 2r_{a2} \quad (3)$$

где r_{a2} - радиус окружности выступов зубьев сателлитов.

Расстояние между центрами соседних сателлитов для внешнего зацепления определяется из чертежа:

$$(r_1 + r_2) \sin(\pi/k) > r_{a2} \quad (4)$$

где k - число сателлитов

При равных модулях неравенство (4) примет вид:

$$\text{для внешнего зацепления} \quad \sin(\pi/k) > (z_2 + 2)/(z_1 + z_2) \quad (5)$$

$$\text{для внутреннего зацепления} \quad \sin(\pi/k) > (z_3 + 2)/(z_4 - z_3) \quad (6)$$

5. Условие сборки заключается в том, что зубья сателлитов должны одновременно входить в зацепление с центральными колесами. При этом выступы зубьев сателлита располагаются строго против впадин зубьев центральных колес (рис.4).

Поворачивая колесо 1, производят установку 1-го сателлита. Теперь центральные колеса 1 и 3 зафиксированы, и чтобы установить 2-й сателлит, необходимо повернуть водило таким образом, чтобы выступы второго сателлита также оказались против впадин 1-го и 3-го центральных колес.

$$\text{Угловой шаг между двумя зубьями колеса 1:} \quad \varphi_1 = \frac{2\pi}{z_1} \quad (7)$$

Если повернуть колесо 1 на угол φ_1 , тогда согласно определению передаточного отношения подвижная ось (водило) повернется на угол φ_H .

$$\varphi_H = \varphi_1 \cdot u_{H1}, \quad (8)$$

где u_{H1} – передаточное отношение от водила к колесу.

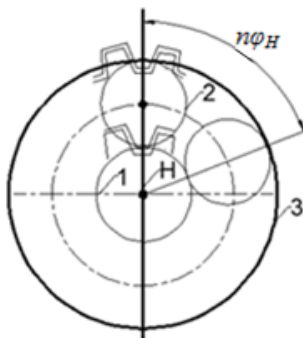


Рисунок 4

При повороте на n зубьев определится угол между соседними сателлитами (рис. 4)

$$n \varphi_H = n \varphi_1 \cdot u_{H1} \quad (9)$$

Число сателлитов, которое теоретически можно вставить, определится с учетом (7) и (9)

$$k = \frac{2\pi}{n \varphi_H} = \frac{z_1}{u_{H1}} \quad (10)$$

Выполнение представленных выше условий дополнительного синтеза планетарных передач (соосности, соседства и сборки) зависит от количества сателлитов.

Проектирование двухрядных планетарных механизмов (рис.1, б) с учетом дополнительных условий синтеза традиционно осуществляется путем разложения передаточного отношения на сомножители c_1, c_2, c_3, c_4 , пропорциональные назначаемым числам зубьев колес z_1, z_2, z_3, z_4 [1, 2].

$$z_2 z_4 / z_1 z_3 = (u_{1H} - 1) = c_2 c_4 / c_1 c_3 \quad (11)$$

где u_{1H} - передаточное отношение планетарного механизма в направлении от центрального колеса к водилу.

Число вариантов может быть крайне велико, при этом одни сочетания чисел зубьев удовлетворяют, например, условию сборки, а другие – условию соседства. Кроме того, из выбранного множества сочетаний необходимо выбрать такие, где фигурируют только целые числа зубьев и числа сателлитов. При этом перебор вариантов становится громоздким. Сомножители c_1, c_2, c_3, c_4 должны являться вариантами разложения известной величины $(u_{1H} - 1)$. Из полученного множества комбинаций нужно выбрать такие, которые оптимальное решение по критерию минимальных размеров и массы. Выбор может быть сделан только после того, как будут просчитаны все варианты, в том числе и не удовлетворяющие условиям оптимальности.

В данной работе предлагается принципиально новый подход к решению поставленной задачи. Исключается перебор множества вариантов разложения передаточного отношения на сомножители, за счет чего осуществляется наискорейший поиск оптимального решения. Автором разработан алгоритм и создана программа расчета, которая исключает громоздкие вычисления, связанные с разложением передаточного отношения на сомножители. Программа сразу выбирает сочетание числа зубьев z_1 и числа сателлитов k , удовлетворяющее условию сборки при заданном значении передаточного отношения, и в последующих блоках уже только эти варианты участвуют в расчете чисел зубьев.

Представленный алгоритм работает следующим образом:

- По критерию минимальных габаритов задаются числом зубьев колес с внешними зубьями $z_{1\min} = z_{3\min} = 17$, а число зубьев на колесе с внутренними зубьями $z_{4\min} = 85$ (с учетом применения нулевых колес). Максимальный радиус водила для данной схемы

$$r_{H\max} = r_{4\max} - r_{3\max} = r_{2\max} + r_{1\max} \quad (12)$$

При равных модулях

$$z_{2\min} + z_{1\min} = z_{4\min} - z_{3\min} \quad (13)$$

Учитывая, что $z_{2\min} = z_{3\min} = 17$ из формулы (13) следует $z_{1\max} = 85 - 2 \cdot 17 = 51$

Поэтому необходимо сделать перебор значений от 17 до 51.

- По условию сборки определяется число сателлитов. Из всех значений z_{1i} и k выбираются такие сочетания, при которых γ - целое число.

$$\frac{z_1 \cdot u_{1H}}{k} = \gamma \quad (14)$$

- После преобразования формулы для расчета передаточного отношения определяется число зубьев третьего сателлита z_3 . Значения z_4 увеличивают в каждом цикле значение от 85 на единицу; расчет ведут до тех пор, пока не будут выполнены поставленные ниже условия.

$$z_3 = \frac{z_4(z_4 - z_1)}{u_{1H}z_1 - z_1 + z_4} \quad (15)$$

- Проверяется условие z_3 – целое число.
- По условию соосности находят число зубьев сателлита 2

$$z_2 = z_4 - z_3 - z_1$$

- После этого проверяется число сателлитов на условие соседства (см. формулы 5 и 6).

Изложенная методика позволяет найти вполне определенное соотношение чисел зубьев по заданному критерию оптимальности (минимальные габариты), обеспечить заданное передаточное отношение, выполнить все дополнительные условия синтеза. При этом по сравнению с традиционными методиками данный метод исключает громоздкие расчеты, связанные с

разложением передаточного отношения на сомножители, а также исключает перебор всех возможных вариантов с последующим выбором оптимального по дополнительным условиям.

Метод целесообразно применять в тех случаях, когда ставится задача скорейшего поиска оптимального сочетания чисел зубьев колес и количества сателлитов планетарной передачи с заданным передаточным отношением по критерию минимальных габаритов.

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. Н.Э.Баумана, 2007. – 664 с.: ил. Т.5.
- 2 Артоболовский И.И. Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов.- 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука. гл. ред. физ.-мат. лит., 1988.-640с.
- 3 Попов С.А., Тимофеев Г.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин: Учеб. пособие для вузов/Под ред. К.В.Фролова.- 3-е изд., стер.- М.: Высш. шк., 1999.-351с.:ил.
- 4 Лачуга Ю.Ф., Воскресенский А.Н., Чернов М.Ю. Теория механизмов и машин. Кинематика, динамика и расчет.- М.:КолосС,2008. - 304 с.

Bibliographic list

1. Theory of mechanisms and mechanics of machines: Studies. for universities / K. V. Frolov, S. A. Popov, A. K. Musatov, etc.; ed.- 5th ed., stereotype. Moscow: MGTU Publishing house. N. Uh.Bauman, 2007. - 664 p.: Il. Vol.5.
2. Artobolevsky I. I. Theory of mechanisms and machines: Studies. for technical colleges. - 4th ed., Rev. and additional – M.: Science. chief editor of Phys-math. lit., 1988.-640C.
3. Popov S. A., Timofeev G. A. Course design on the theory of mechanisms and mechanics of machines: Studies. the allowance for high schools/Under the editorship of K. V. Frolov. - 3rd ed., erased.- M.: Higher. SHK., 1999.-351 p.: Il.
4. Lachuga Y. F., Vosckresensky, A. N., Chernov M. Y. the Theory of mechanisms and machines. Kinematics, dynamics and calculation.- M.: Colossus, 2008. - 304 p.

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО СТАНКА

Тромпет Герман Михайлович – кандидат технических наук, доцент, Уральский государственный аграрный университет (620075, г.Екатеринбург, ул. К.Либкнехта, д.42, тел.: +7(343)221-41-40, e-mail: german.trompet@gmail.com)

Александров Виктор Алексеевич – кандидат технических наук, доцент, Уральский государственный аграрный университет (620075, г.Екатеринбург, ул. К.Либкнехта, д.42, тел.: +7(343)221-41-44, e-mail: alexandrov_vikt@mail.ru)

Баженов Александр Андреевич – магистрант, Уральский государственный аграрный университет (620075, г.Екатеринбург, ул. К.Либкнехта, д.42, тел.: +7(343)221-41-40, e-mail: 333bazhenov333@gmail.com)

Рецензент **Б.Л. Охотников** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры ТМ и РМ ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 904-382-35-66,
E-mail: ochotnikovbl@lis.ru)

Ключевые слова: металлорежущий станок, измерительно-управляющая система, преобразователь, отсчетно-командный блок.

Аннотация

В работе представлены результаты разработки измерительно-управляющей системы для металлорежущих станков.

MEASURING AND CONTROL SYSTEM FOR METAL CUTTING MACHINE

G.M. Trompet – candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University (620075, Yekaterinburg, K.Libknecht str., 42 tel.:+7(343)221-41-40, e-mail: german.trompet@gmail.com)

V.A. Aleksandrov – candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University (620075, Yekaterinburg, K.Libknecht str., 42 tel.:+7(343)221-41-44, e-mail: alexandrov_vikt@mail.ru)

A.A.Bazhenov – undergraduate, Ural state agrarian University (620075, Yekaterinburg, K. Liebknecht str., 42, tel.: +7 (343)221-41-40, e-mail: 333bazhenov333@gmail.com)

Reviewer **B.L. Okhotnikov** – doctor of technical sciences, professor, professor of the TM and RM department, Ural State Agrarian University.
(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 904-382-35-66;, E-mail: ochotnikovbl@lis.ru)

Keywords: metal-cutting machine, measuring and control system, Converter, readout and command unit.

Annotation

The paper presents the results of the development of measuring and control system for metal-cutting machines.

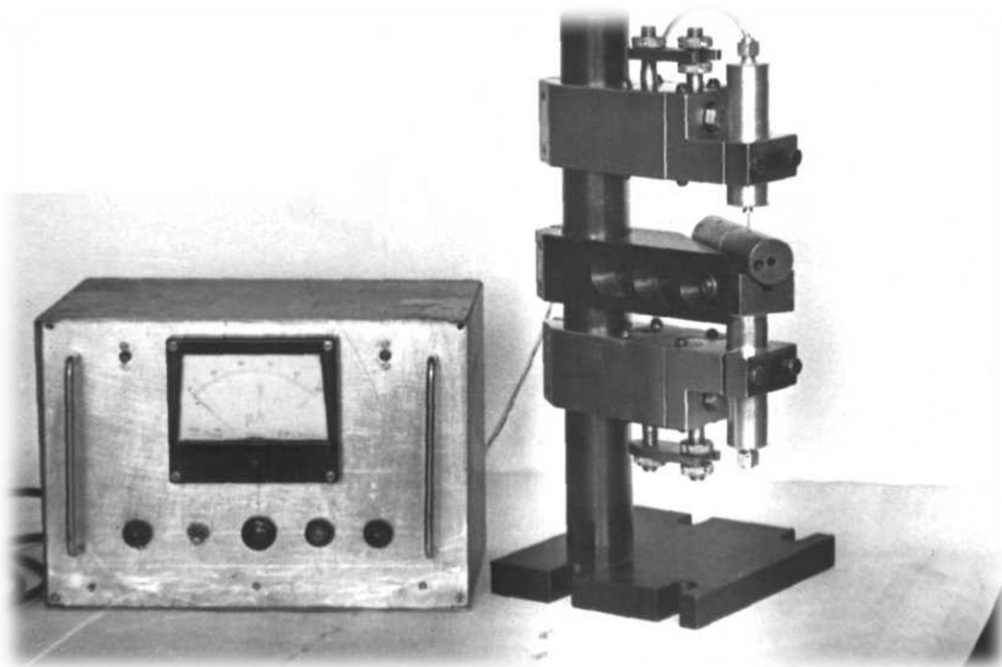


Рисунок 1 - Измерительно-управляющая система: общий вид

В современных условиях производства обработка деталей (заготовок) на металлорежущих станках (в частности, на бесцентрово-шлифовальных станках) ведётся в основном вручную. Информация об отклонении размеров обработанных деталей осуществляется высококвалифицированным оператором-станочником либо интуитивно (например, по изменению шума обработки), либо с использованием калибров-скоб. Однако во всех промышленно развитых странах используются различные подналадочные системы [1,2], первичным измерительным элементом которых являются датчики (преобразователи) различных конструкций. Известные конструкции датчиков размера позволяют получать информацию в виде аналогового сигнала (большинство конструкций) или в дискретной форме (электроконтактные, пневматические, индуктивные [3]).

Предлагаемая измерительно-управляющая система состоит из трех основных частей: отсчетно-командного блока, преобразователей и базирующего устройства (измерительной оснастки) (рис.1).

Кроме отсчетно-командного блока, все основные элементы измерительно-управляющей системы крепятся на станине станка основанием 1 (рис.2). Установка призмы 3 производится в направлении схода детали 4 с ножа станка, стержневые демпфируемые виброгенераторные

преобразователи [4] (патент №2654947 от 23.05.2018 г.) 2 и 5, контактирующие с измеряемой поверхностью, монтируются на стойке 7 с помощью специальных подводных устройств, имеющих систему регулировочных элементов тонкой настройки 6, 8, 18, 19.

Преобразователи кабелем соединяются с отсчетно-командным блоком 11, который имеет стрелочный (или цифровой) прибор 12 контроля размера. Включение прибора осуществляется переключателем «Сеть» 14. регулировка напряжения, подаваемого на преобразователи, производится винтом 16. винты 15 и 17 резисторов служат для установки настроечных границ.

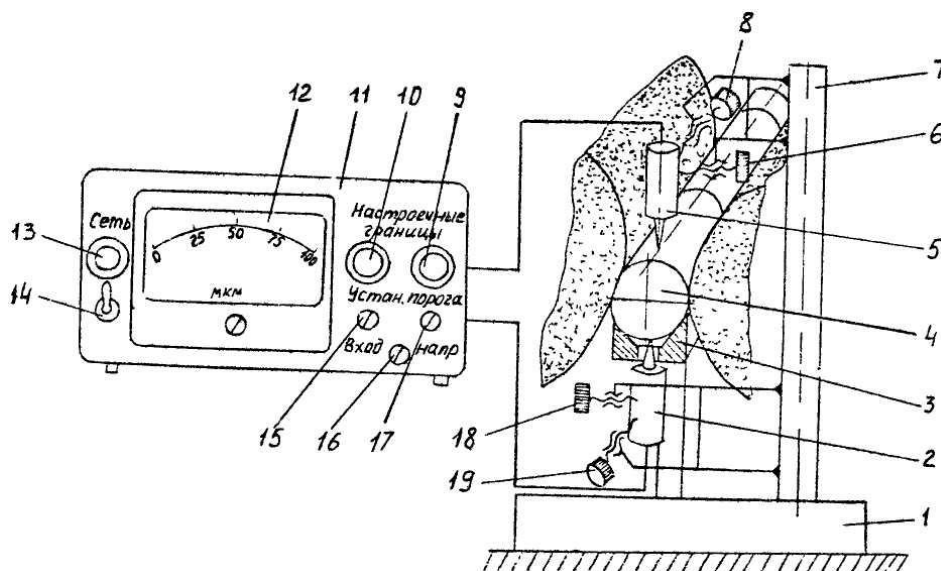


Рисунок 2 - Измерительно-управляющая система: схема установки на станке

Лампочки 9, 10, 13, установленные на лицевой стороне отсчетно-командного блока, служат для индикации работоспособности всей измерительно-управляющей системы и выдачи управляющих команд при достижении размера детали (заготовки) установленной величины.

В настоящее время разработанная измерительно-управляющая система находится в стадии монтажа, отладки и испытаний в производственном цехе экспериментально-производственного комбината Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н.Ельцина (рис.3).



Рисунок 3 - Испытания измерительно-управляющей системы в производственных условиях

Библиографический список

1. Соболев М.П. Автоматический размерный контроль на металлорежущих станках / М.П. Соболев, М.И. Этингоф. Смоленск: «Ойкумена». 2005. 300 с.
2. Этингоф М.И. Автоматический размерный контроль на металлорежущих станках / М.И.Этингоф. –М.: АПР, 2016.- 336 с.
3. Активный контроль в машиностроении: справочник; под ред. Е. И. Педя. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение. 1978. 352 с.
4. Стержневой демпфированный виброгенераторный преобразователь. Патент РФ на изобретение №2654947/ Тромпет Г.М., Александров В.А., Кирсанов Ю.А.
5. Основы автоматизации машиностроительного производства: Учеб. для машиностроит. спец. вузов/ Е.Р.Ковальчук, М.Г.Косов, В.Г.Митрофанов и др.; Под ред. Ю. М.Соломенцева. – 2-еизд., испр. – Высш. шк., 1999,-312 с.
6. Aleksandrov, V. A. Active monitoring systems in the machining of discontinuous surfaces / Aleksandrov, V.A., Vilkov, A.N., Vilkova, Y.V., Trompet, G.M. // Russian Engineering Research.-2016.-Vol.36, №11.-P. 926-929.

Bibliographic list

1. Sobolev M. P. Automatic dimensional control on metal-cutting machines / M. P. Sobolev, M. I. Etingof. Smolensk: "Oikumen". 2005. 300 PP.
2. Etingof M. I. Automatic dimensional control on metal-cutting machines / M. I. Etingof. - Moscow: APR, 2016.- 336 PP.
3. Active control in mechanical engineering: a Handbook; ed. 2nd ed., Rev. and add., Moscow: Mashinostroenie. 1978. 352 PP.
4. Rod damped vibration generator Converter. Russian patent for invention No. 2654947 / Trompet G. M., Alexandrov V.A., Kirsanov Yu. A.
5. Fundamentals of automation of machine-building production: Studies. for Edith. spets. vuzov/ E. R. Kovalchuk, M. G. Kosov, V. G. Mitrofanov, et al.; edited by Y. M. Solomentsev. - 2nd ed., ISPR. "Yes," he said. SHK., 1999,-312 p.
6. Aleksandrov, V. A. Active monitoring systems in the machining of discontinuous surfaces / Aleksandrov, V. A., Vilkov, A. N., Vilkova, Y. V., Trompet, G. M. // Russian Engineering Research.-2016.- Vol.36, No. 11.- R. 926-929.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ КУЛАЧКОВЫХ МЕХАНИЗМОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Эльяш Наталья Николаевна – кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет (620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42; тел. +7 912 275 98 92) e-mail: vasilisa4kota@yandex.ru

Рецензент **М.Л. Юсупов** – кандидат экономических наук, доцент, декан факультета инженерных технологий ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет. (620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 9126009555 E-mail: mamed.yusupov.2014@mail.ru)

Ключевые слова: начальный радиус, смещение осей, угол давления, закон движения толкателя, фазовые углы, кинематические параметры, алгоритм расчета, полярные координаты профиля.

Аннотация

При проектировании профиля кулачковых механизмов необходимо учитывать требования по габаритам, по коэффициенту полезного действия (КПД); по углу давления на ведомое звено, исключая заклинивание. Цель данной работы – применение компьютерных технологий с целью оптимизации параметров профиля кулачка.

Построение теоретического профиля кулачка графическим методом, состоящим из интегрирования кинематических диаграмм и дальнейшего построения круговой диаграммы для определения начального радиуса, не обеспечивает достаточную точность профиля.

Аналитические же выражения при ручном счете связаны с громоздкими вычислениями, в результате которых получается единственный ответ, и при неудовлетворительных результатах нет возможности варьировать заданными переменными. Использование аналитических методов с применением компьютерных программ позволяет более точно, чем при графическом интегрировании, воспроизвести закон движения, вычислить кинематические параметры, рассчитать полярные координаты профиля. Кроме того, предлагаемый алгоритм расчета позволяет не только автоматизировать расчеты, но и применить активные методы обучения, позволяющие избежать излишней формализации решения данной задачи. Таким образом, обеспечивается развитие инженерного мышления в сочетании с современными технологиями проектирования механизмов.

При расчете полярных координат законы движения задаются в аналитической форме. Использование компьютерных технологий при работе в диалоговом режиме дает возможность определить оптимальные размеры механизма, т.е. такую комбинацию значений начального радиуса кулачка и смещения осей, которая одновременно удовлетворяла бы ограничениям по габаритам и

обеспечивала высокий КПД. Представленная работа может быть использована студентами всех видов обучения. Внедрение в учебный процесс активных методов с использованием современной компьютерной техники будет способствовать формированию профессиональных компетенций обучающихся.

ANALYTICAL METHOD OF DESIGNING CAM MECHANISMS USING COMPUTER TECHNOLOGY

N. N. Elyash – candidate of technical Sciences, associate Professor, URAL state agrarian University (620075; Ekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42, phone: +7 912 275 98 92)

e-mail: vasilisa4kota@yandex.ru

Reviewer **M.L. Yusupov** – candidate of economy sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht st., 42 tel. +7 9126009555 E-mail: mamed.yusupov.2014@mail.ru)

Keywords: initial radius, displacement of axes, pressure angle, pusher law of motion, phase angles, kinematic parameters, calculation algorithm, polar coordinates of the profile.

Annotation

When designing the profile of Cam mechanisms, it is necessary to take into account the requirements for dimensions, the coefficient of performance (efficiency); the angle of pressure on the driven link, excluding jamming. The purpose of this work is the use of computer technology to optimize the parameters of the Cam profile.

The construction of the theoretical profile of the Cam by the graphical method, consisting of the integration of kinematic diagrams and further construction of the diagram to determine the initial radius, does not provide sufficient accuracy of the profile. Analytical expressions in manual calculation are associated with cumbersome calculations, which result in a single answer, and with unsatisfactory results do not allow to varying the specified variables. The use of analytical methods with the use of computer programs makes it possible to reproduce the law of motion, calculate the kinematic parameters, to calculate the polar coordinates of the profile more accurately than with graphical integration. In addition, the proposed calculation algorithm allows not only to automate calculations, but also to apply active training methods to avoid excessive formalization of the solution of this problem. Thus, the development of engineering thinking in combination with modern technologies of mechanism design is provided.

Основное достоинство кулачковых механизмов заключается в их возможности обеспечивать практически любой закон движения ведомого звена, чем обусловлено широкое применение этих механизмов в автоматических линиях, двигателях внутреннего сгорания, механизмах подачи; в топливных и масляных насосах, сельскохозяйственных механизмах, комбайнах, осуществляющих уборку и сортировку корнеплодов или злаков. Кроме того, широчайшая область использования кулачковых пар лежит там, где требуется не погасить, а, наоборот, создать вибрацию. Они находят применение в вибромашинах, служащих для уплотнения грунта или бетонных полов в строительстве.

В связи с разнообразием области применения кулачковых механизмов, а значит и с обеспечением заданных законов движения ведомого звена, необходимо при проектировании профиля кулачковых механизмов учитывать требования по габаритам, по коэффициенту полезного действия (КПД); по углу давления на ведомое звено, исключающему заклинивание. Цель данной работы – применение компьютерных технологий с целью оптимизации параметров профиля кулачка.

При проектировании профиля кулачка решаются две основные задачи:

- 1) динамический синтез, т.е. определение минимальных размеров при обеспечении высокого КПД;
- 2) кинематический синтез, т.е. определение профиля кулачка, обеспечивающего заданный закон движения.

Обычно эти задачи решаются методом графического интегрирования кинематических диаграмм и построением теоретического профиля кулачка методом обращенного движения. Смещение оси толкателя от оси вращения кулачка в этом случае считается заданным [1, с. 123-126]. Использование аналитических методов с применением компьютерных программ позволяет более точно, чем при графическом интегрировании, воспроизвести закон движения, рассчитав полярные координаты профиля.

В большинстве случаев при изучении данной темы, как и прочих разделов общинженерных дисциплин, применяется традиционная методика: чтение лекций, содержащих теоретические основы знаний; затем – выполнение практических работ, обеспечивающих применение и закрепление этих знаний. При расчете полярных координат законы движения задаются в аналитической форме. Использование компьютерных технологий при работе в диалоговом режиме дает возможность определить оптимальные размеры механизма, т.е. такую комбинацию значений начального радиуса кулачка (R_0) и смещения осей (e), которая одновременно удовлетворяла бы ограничениям по габаритам и обеспечивала высокий КПД.

Предлагаемая методика служит основой для формирования профессиональных компетенций обучающихся, что наиболее эффективно проявляется при использовании модели контекстного обучения – «...необходимые аспекты теоретического курса выявляются по мере необходимости их

практического приложения в решаемой задаче. Процесс обучения строится таким образом, чтобы при выполнении практических заданий побуждать студента обращаться к теоретическим положениям как к средству решения поставленных задач» [2].

Полученные на первом этапе расчета значения начального радиуса R_0 и эксцентриситета (смещения осей) e позволяют перейти к следующему блоку вычислений – определению полярных координат теоретического профиля кулачка. Анализ полученных данных позволяет дать оценку результатов и при необходимости изменить исходные данные. Таким образом, осуществляется переход от информативных методов обучения к активным. При необходимости это дает возможность «...разбивая задачу основную на составные части, добиваться как актуализации уже имеющихся знаний, так и приобретения в процессе познавательной деятельности...» [3] новых знаний и навыков, что будет способствовать формированию определенных профессиональных компетенций.

Алгоритм оптимизации параметров кулачкового механизма, представленный на рис.1, включает следующие основные этапы: ввод исходных данных, определение кинематических параметров, определение геометрических параметров, анализ результатов и оценка их по заданным критериям. Исходные данные: схема механизма, закон движения ведомого звена с указанием значений фазовых углов, предельно допустимый угол давления, угловая скорость кулачка с указанием направления вращения.

В результате расчета по программе на первом этапе вычисляются значения аналогов скоростей и ускорений, формируются массивы переменных, которые будут использоваться для расчета полярных координат. Результатами второго этапа будут: минимальный радиус кулачка, смещение оси толкателя и максимальный радиус кривизны. В результате третьего этапа расчетов определяются полярные координаты профиля кулачка. При этом студент должен проанализировать полученные значения, и если они неудовлетворительны по какому-либо из заданных критериев, изменить исходные данные. Например, если хотя бы одно из значений угла давления выше допустимого, то необходимо повторить расчет, увеличивая значение начального радиуса.

При составлении программы исходные данные идентифицируются следующим образом:

1. В заданиях предусмотрено два варианта схем, которые показаны на рис.2: кулачковый механизм с роликовым толкателем ($M = 1$) и механизм с коромыслом ($M = 2$).
2. Законы движения толкателя: равномерно изменяющееся ускорение $J = 1$, синусоидальный закон $J = 2$, косинусоидальный закон $J = 3$.
3. Расчет ведется за один цикл, т.е. за один оборот кулачка (2π), при этом выделяют фазу подъема Φ_1 , фазу верхнего выстоя Φ_2 , фазу опускания Φ_3 . В сумме эти фазы составляют рабочий угол. Оставшаяся часть цикла соответствует фазе нижнего выстоя.

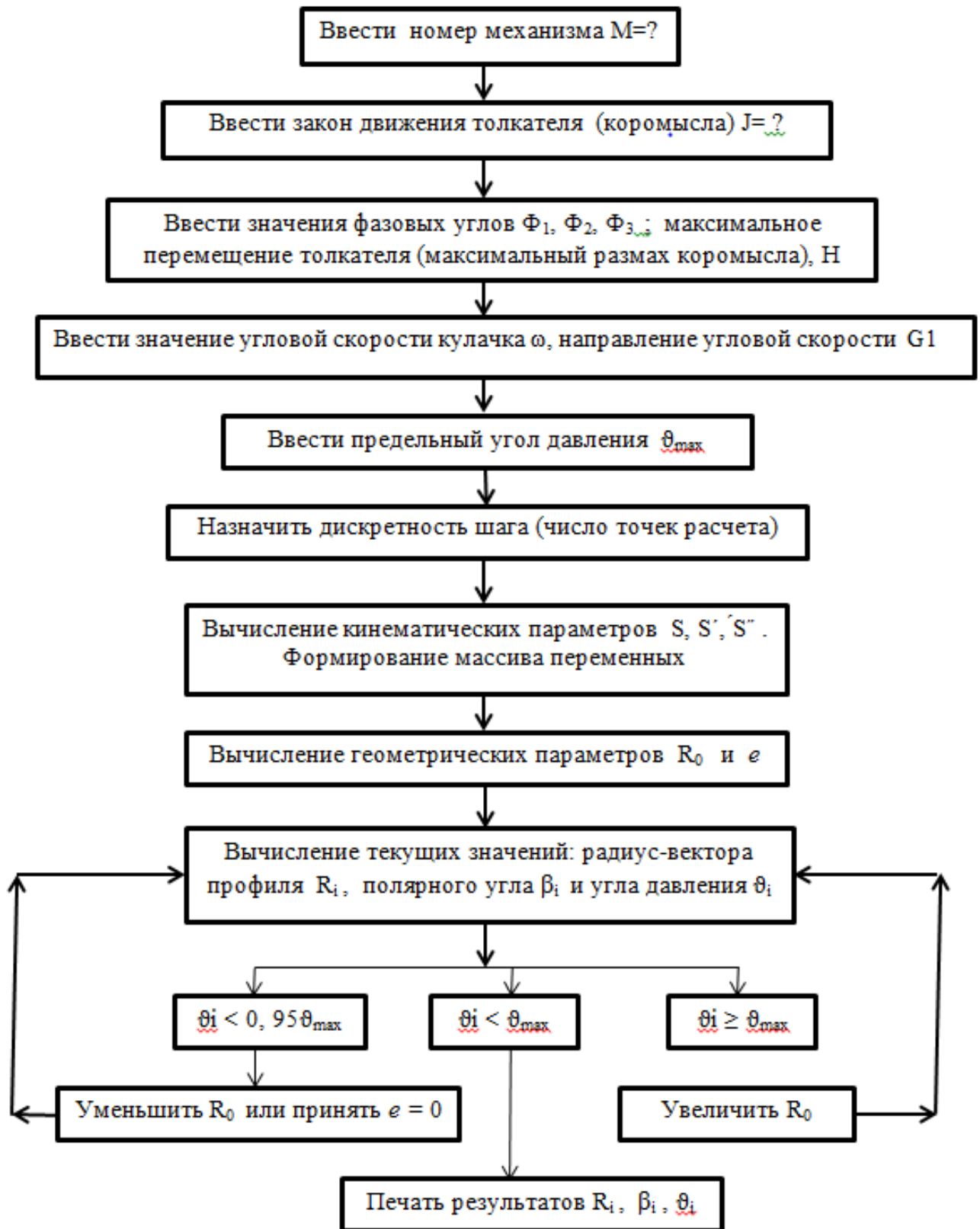


Рисунок 1 - Алгоритм расчета полярных координат профиля кулачка из условия ограничения угла давления.

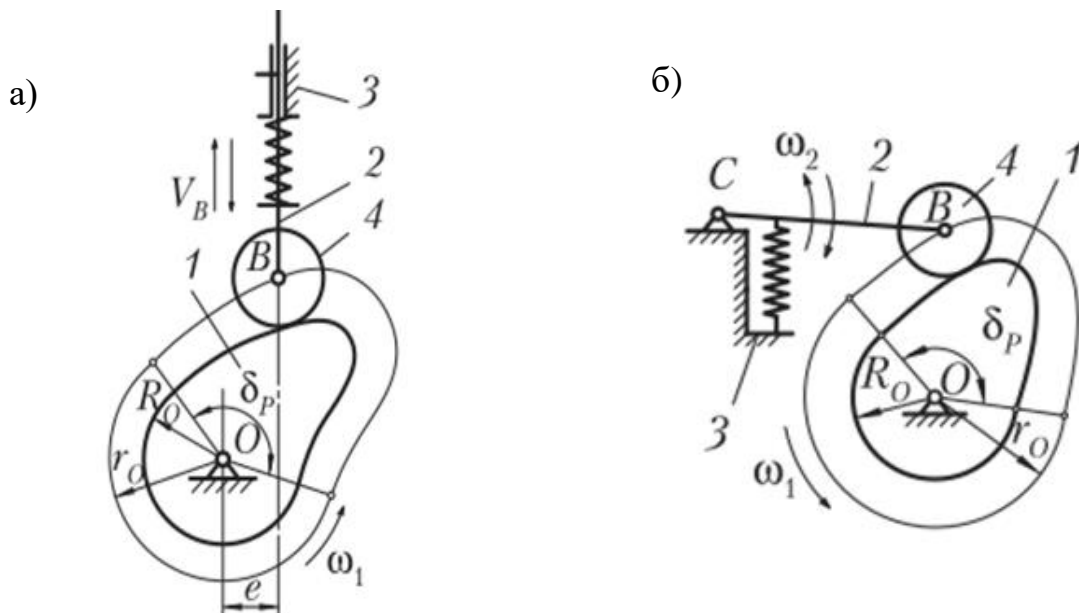


Рисунок 2 - Схемы кулачковых механизмов: с поступательно движущимся толкателем (а) и с вращающимся коромыслом (б).

При определении кинематических параметров по одному из заданных законов фазовые углы делятся на несколько интервалов

$$1 \leq i \leq N$$

где i – номер позиции,

N – количество точек расчета (число позиций на весь рабочий угол)

$$N = N_1 + N_2 + N_3$$

N_1 , N_2 , N_3 - количество точек расчета для соответствующей фазы

$$N_1 = \frac{\Phi_1}{\Delta\varphi_1} \quad N_3 = \frac{\Phi_3}{\Delta\varphi_3}$$

где $\Delta\varphi_1$, $\Delta\varphi_3$ - дискретность шага на фазе подъема и на фазе опускания, соответственно.

На фазах верхнего и нижнего выстоев значения кинематических параметров остаются постоянными, т.к. радиус кривизны кулачка не меняется, поэтому целесообразно принять величину дискретности шага равной фазовому углу.

$$\Phi_2 = \Delta\varphi_2; N_2 = 1.$$

Направление вращения идентифицируется константой знака G_1 :

1) – для механизма с роликовым толкателем

$G_1 = +1$ – при вращении кулачка против часовой стрелки,

$G_1 = -1$ – при вращении кулачка по часовой стрелке.

2) – для кулачково-коромыслового механизма

$G1 = +1$ – при вращении кулачка и коромысла на фазе подъема в противоположные стороны,

$G1 = -1$ – при вращении кулачка и коромысла на фазе подъема в одну сторону.

Расчет кинематических параметров выходного звена определяется интегрированием аналитических выражений закона движения в функции угла поворота кулачка.

Для упрощения аналитических выражений в расчетные формулы введены безразмерные коэффициенты K_s , K_v , K_a , которые являются функциями угла поворота кулачка[4, с.280-281].

Следующим этапом является вычисление кинематических зависимостей:

- перемещение толкателя $S_i = K_s \cdot H$,

- аналог скорости $S'_i = K_v \cdot \frac{H \cdot 180}{\Phi_i \cdot \pi}$ и скорость $V = \omega \cdot S'_i$

аналог ускорения $S''_i = K_a \cdot \frac{H}{\Phi_i^2} \cdot \frac{180^2}{\pi^2}$ и ускорение $a = \omega \cdot S''_i$

H - максимальный ход толкателя

$$H = \Psi_{max} \cdot l ,$$

где l – длина коромысла, м.

Далее по заданному значению угла давления программа определяет оптимальное сочетание основных размеров механизма: начальный радиус профиля кулачка R_{0i} смещение оси толкателя e . Полученные значения дают возможность перейти к завершающему этапу - определению полярных координат теоретического профиля кулачка. За начало отсчета принимается точка, соответствующая нижнему положению толкателя, где радиус кулачка имеет минимальное значение, а полярный угол равен нулю.

В соответствии с принятым количеством точек деления определяются текущие значения радиус-вектора R_i , полярного угла β_i , а также определяется угол давления. Результаты выдаются в виде таблицы значений, по которым строится профиль кулачка.

Использование аналитических методов с применением компьютерных программ позволяет более точно, чем при графическом интегрировании, воспроизвести закон движения, вычислить кинематические параметры, рассчитать полярные координаты профиля. Кроме того, предлагаемый алгоритм расчета позволяет не только автоматизировать расчеты, но и применить активные методы обучения, позволяющие избежать излишней формализации решения данной задачи. Таким образом,

обеспечивается развитие инженерного мышления в сочетании с современными технологиями проектирования механизмов.

Итоговая задача состоит в аналитическом изучении результатов, и при необходимости – в изменении исходных данных (см. рис.1). Представленная разработка может быть использована студентами всех видов обучения; внедрение в учебный процесс активных методов с использованием современной компьютерной техники будет способствовать формированию профессиональных компетенций.

Применение информационно-коммуникационных технологий для решения задач проектирования механизмов дает возможность использовать современные методы в сочетании с общеинженерными знаниями и навыками, развивает способности к аналитическому мышлению и активному воздействию на формализованные задачи.

Библиографический список

1. Эльяш, Н.Н. Теория механизмов и механика машин: учебное пособие / Н.Н.Эльяш, Т.А.Киреева, Е.С.Гурьев. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 133с.
2. Незамаев А.В., Эльяш Н.Н. Применение модели контекстного обучения для расчета металлоконструкций подъемно-транспортных машин. Актуальные проблемы образования и воспитания в современной России: Межвуз. сб. студ. и асп. работ. Вып. 13. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос.гос. проф.-пед. ун-т», 2008. с. 53-56.
3. Незамаева О.Н., Незамаев А.В., Новопашин Л.А. Особенности преподавания топографического черчения для студентов факультета среднего профессионального образования. Аграрное образование и наука 2017г. №1.
4. Лабораторный практикум и курсовое проектирование по теории механизмов и машин с использованием ЭВМ / Под.ред. А.М. Ашавского. – М.: Машиностроение, 1983.- 150с.
5. Попов С.А., Тимофеев Г.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин / Под ред. К.В.Фролова.- Издание 4-е, перераб. и доп., М. «Высшая школа», 2002.

Bibliographic list

1. Elyash, N. N. Theory of mechanisms and mechanics of machines: textbook / N. N. Elyash, T. A. Kireeva, E. S. Guryev. Ekaterinburg: Publishing house Grew. gos.prof.-ped. un-ta, 2013. 133s.
2. Nizameev A.V., Elias N. N. The application of contextual learning model for the calculation of metal constructions of lifting-transport machines. Actual problems of education and upbringing in modern Russia: inter-University. Coll. stud.and TSA. works'. Vol. 13. Ekaterinburg: Publishing house GOU VPO "ros.gos. prof.-ped. un-t, 2008. pp. 53-56.
3. Nizamieva O. N., Nizameev V. A., Novopashin L. A. specific Features of teaching topographical drawing for students of the faculty of secondary vocational education. Agricultural education and science 2017. №1.

4. Laboratory workshop and course design on the theory of mechanisms and machines using computers / pod. edited by A. M. Ashavskogo. - Moscow: Mashinostroenie, 1983.- 150C.
5. Popov S. A., Timofeev G. A. Course design on the theory of mechanisms and mechanics of machines / ed.-edition 4-e, pererab. i dop., M. "High school", 2002.

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМНЫХ СТРУКТУР
БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАСС ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ, В ПОНЯТИЯХ ФИЗИКО-
ХИМИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ**

Панков Юрий Владимирович – кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63,
E-mail: PankovV@yandex.ru)

Минухин Леонид Аронович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пищевой инженерии аграрного производства ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 221-41-10)

Рецензент: **В.А.Тимкин** – кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 912 240 70 50; ,
E-mail: ural.membrana@yandex.ru)

Ключевые слова: биотехнологические массы, объем, свободный, исключенный, высокомолекулярная структура, блочная, цепочная, пузыри, фаза, твердая, среда газ, жидкая, физико-механические свойства, пластичность, эластичность, разрыхление.

Аннотация

С позиции физико-химической механики дисперсных систем возможно регулирование структурно-механических свойств биотехнологических масс пищевых производств. Применение знаний заключается в направленном составлении добавок рецептурных компонентов специфически изменяющих объемное расположение контактов коагуляционных процессов. Направленное изменение процесса структурообразования из компонентов пищевых производств, проявлением которого является характер развития деформационного процесса и реологических свойств. Количественные соотношения объемов всех участников биотехнологической массы определяет влажность, текучесть, процесс коагуляции по всему объему технологической емкости, изменение формуемости и эластичности, пластичности и периода истинной релаксации и получения новых свойств. Структурообразование в дисперсных системах - это самопроизвольное соединение частиц дисперсной фазы и их агрегатов в пространственные структуры, когда срабатывает закон самоорганизации. Спонтанное образование пространственных коагуляционных структур – важнейшее свойство, распространенное в природе и применяемое в технологиях создающих многообразие концентрированных дисперсных систем биотехнологических масс. Различают три

варианта реологических систем: первая система – твердое тело + газ; вторая система – твердое тело + жидкость; третья система – твердое тело + жидкость + газ. Одним из элементов процесса формирования структуры становится определение понятия объем. Любая система реальных материалов в пищевых производствах, требует технологического объема веществ со специфическим структурным строением и связями между компонентами. Анализ системы второго рода (твердое + жидкость), показывает, что система дисперсных частиц имеет между дисперсными зернами пустотность - порозность в пределах 0,3...0,4 для насыпных систем и 0,25...0,3 для виброукладки частиц, когда возникают контакты коагуляции.

IMITATION MODELING OF VOLUME STRUCTURES OF BIOTECHNOLOGICAL MASSES OF FOOD PRODUCTION IN THE CONCEPTS OF PHYSICAL AND CHEMICAL MECHANICS

Y.V. Pankov – candidate of chemistry sciences, associate professor, Ural State Agrarian University (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail:

PankovV@yandex.ru)

L.A. Minukhin – doctor of technical sciences, professor, professor of food engineering of agrarian production, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. +7 (343) 221-41-10)

Reviewer **V. A. Timkin** – candidate of technical sciences, associate professor, Ural state agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. +7 912 240 70 50; E-mail: ural.membrana@yandex.ru)

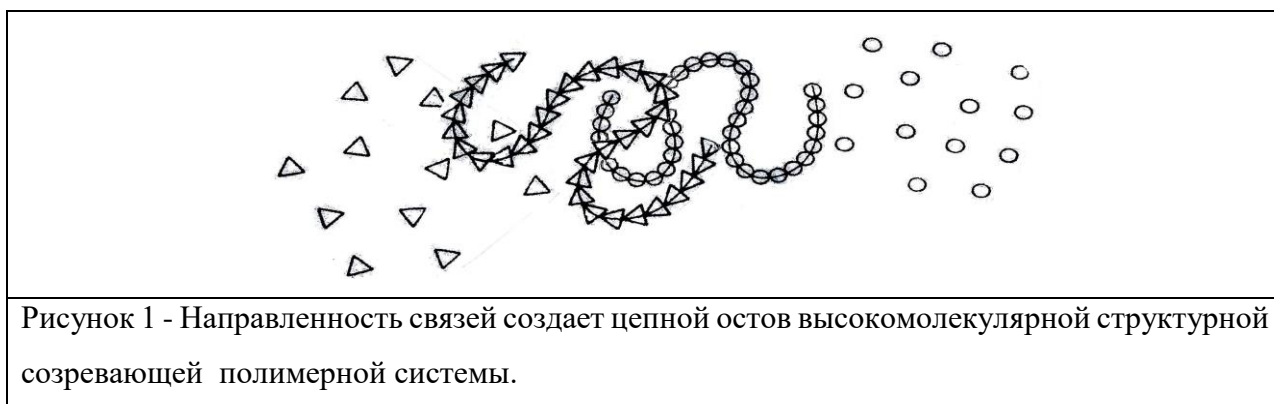
Keywords: biotechnological masses, volume, free, excluded, high molecular weight structure, block, chain, bubbles, phase, solid, gas medium, liquid, physical and mechanical properties, plasticity, elasticity, loosening.

Annotation

From the standpoint of the physicochemical mechanics of disperse systems, it is possible to regulate the structural and mechanical properties of biotechnological masses in food production. The application of knowledge consists in the directed compilation of additives of prescription components that specifically change the volumetric arrangement of contacts of coagulation processes. A directed change in the process of structure formation from the components of food production, the manifestation of which is the nature of the development of the deformation process and rheological properties. The quantitative ratio of the volumes of all participants in the biotechnological mass is determined by humidity, fluidity, the process of coagulation throughout the entire volume of the technological capacity, the change in formability and elasticity, plasticity and the period of true relaxation and new properties. Structuring in dispersed systems is a spontaneous connection of particles of a dispersed phase and their aggregates into spatial structures when the law of self-organization is triggered. The spontaneous formation of spatial coagulation structures

is the most important property common in nature and used in technologies that create a variety of concentrated dispersed systems of biotechnological masses. There are three types of rheological systems: the first system is a solid + gas; the second system is solid + liquid; the third system is solid + liquid + gas. One of the elements of the structure formation process is the definition of the concept of volume. Any system of real materials in food production requires a technological volume of substances with a specific structural structure and bonds between components. The analysis of the second kind system (solid + liquid) shows that the dispersed particle system has voidness between the dispersed grains - porosity in the range of 0.3 ... 0.4 for bulk systems and 0.25 ... 0.3 for particle vibration when contacts occur coagulation.

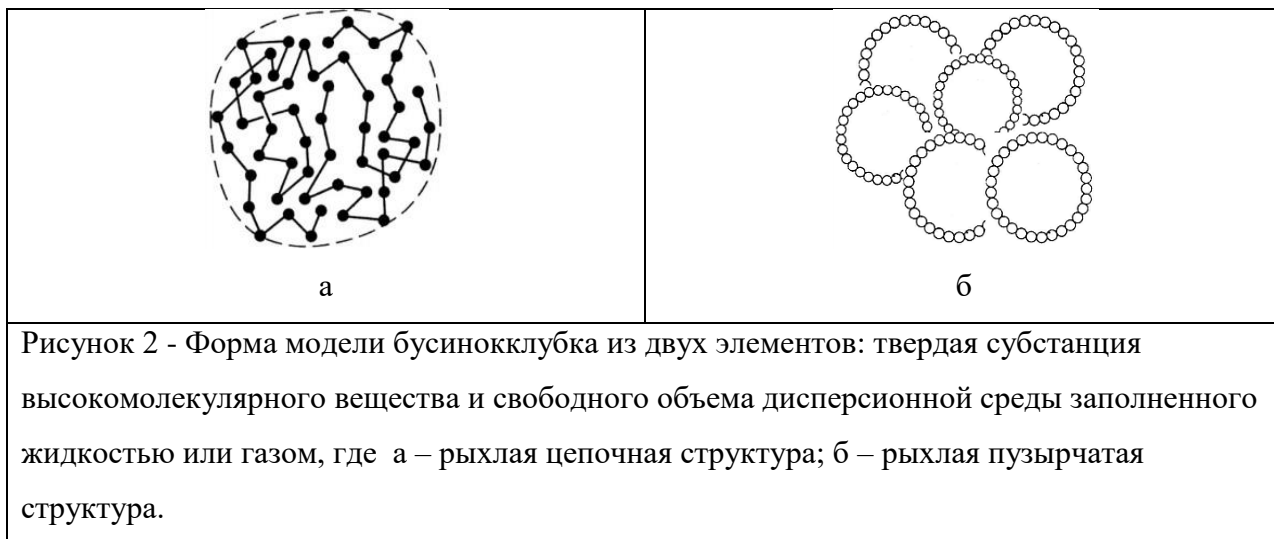
Наиболее полное представление о некоторых существенных аспектах качества продукта может дать группа физических свойств, которая проявляет зависимость от биологического и химического состава (рецептуры) и внутреннегоструктурного строения продукта. Структурообразование в дисперсных системах - это самопроизвольное соединение частиц дисперсной фазы и их агрегатов в пространственные структуры, когда срабатывает закон самоорганизации. В основе классификации структурированных дисперсных систем, берутся за основу разработанные представления П.А. Ребиндера о структурах, принимается организация и тип связей - контактов, возникающих между дисперсными частицами. Однородные частицы объединяются в цепи (рис.1) по закону коагуляции, созревает пространственная структура.



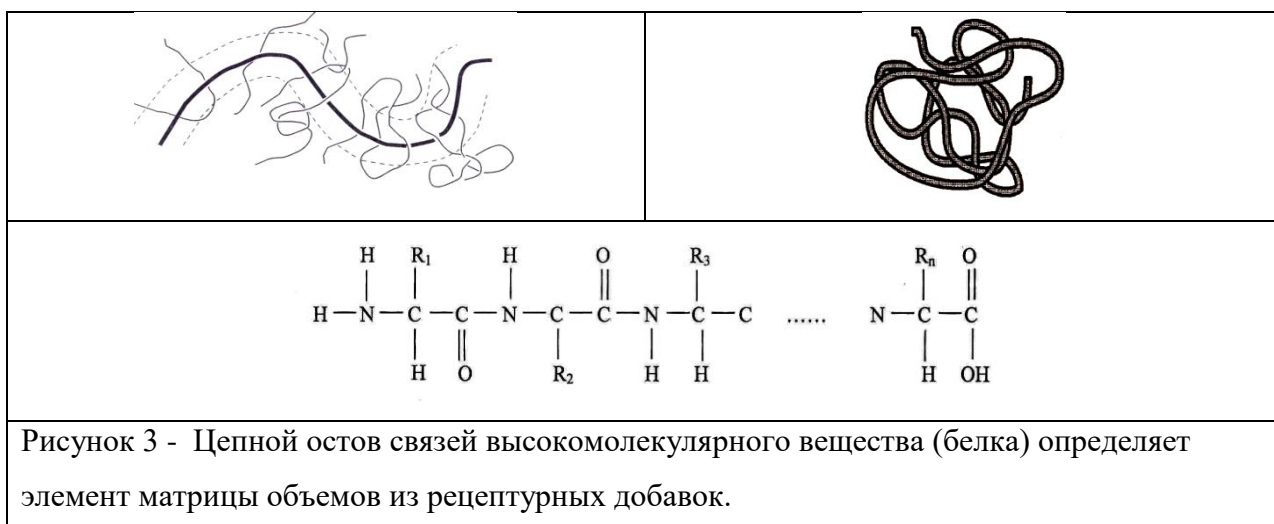
Спонтанное образование пространственных коагуляционных структур - важнейшее свойство, распространенное в природе и применяемое в технологиях создающих многообразие концентрированных дисперсных систем биотехнологических масс. Биотехнологические массы характеризуются набором технологических параметров в зависимости от распределения объемов рецептурных добавок. К одной из групп таких показателей относятся структурно-механические (*реологические*) свойства которые определяются понятиями физико-химической механики. *Физико-химическая механика* - это наука о способах и закономерностях формирования структур дисперсных систем с заранее заданными свойствами. Цель физико-химической механики - установление закономерностей образования пространственных структур в дисперсных системах, а также процессов деформации и разрушения таких структур в зависимости от физико-химических и

механических факторов; установление функциональности образования и разрушения структур в дисперсных нативных системах в зависимости от совокупности физико-химических, биохимических, механических и других факторов. Объемные компоненты рецептурного состава и их соотношения определяют терминологию систем биотехнологических масс. Исследования – это обоснование и оптимизация путей получения структур с заранее заданными реологическими (в самом широком смысле этого слова) свойствами. Разработка способов приложения установленных закономерностей для расчёта машин и аппаратов и оперативного контроля основных показателей качества по значениям величин структурно-механических характеристик. Используя классификационные признаки дисперсных систем, составляется общая модель структурной композиции с заранее заданными реологическими свойствами. В основе разработок поверхностных явлениях и образования структурных композиций лежат представления П.А. Ребиндера о процессах их формирования. Небольшие изменения количества добавленного рецептурного объема с известными свойствами добавленного вещества должны вызывать значительные изменения реологических свойств, свойства подвижности, которые регистрируются приборами. При этом реологические характеристики сырья предопределяют технологические и основные показатели полуфабрикатов и готовых продуктов. Возникает вопрос: Как устроена биотехнологическая среда в состоянии требуемой подвижности при силовом воздействии на реологические тела? Различают три варианта реологических систем: первая система – твердое тело + газ; вторая система – твердое тело + жидкость; третья система – твердое тело + жидкость + газ. Исследуя объемные соотношения твердой фазы и дисперсионной среды, выстраивается картина распределения структурных компонентов и их активности в объемах системы. Реализация исследований биотехнологических масс методами физико-химической механики позволяет научно обосновать понятие технологического качества исходного сырья продуктов, стабилизировать требуемые свойства изделий, «конструировать» те или иные виды изделий пищевых производств, получать готовую продукцию заранее заданного качества, рассчитывать, совершенствовать и интенсифицировать технологические процессы, и т.д.

Физико-химическая механика рецептурной системы компонентов используется как активная система знаний и превращается в производительную силу, позволяющую активно вмешиваться в производственные процессы с целью разработки новых и совершенствования существующих технологических процессов. Одним из элементов процесса формирования структуры становится определение понятия объем, рис 1. Любая система реальных материалов в пищевых производствах, требует технологического объема веществ со специфическим структурным строением и связями между компонентами.



На рисунке 2 моделируется деление единого пространства объема клубка биотехнологической массы понятиями объемом дисперсной твердой фазы и объемом низкомолекулярной дисперсионной среды жидкости или газа заполняющего внутреннюю полость свободного объема. Дисперсные системы состоят из двух или более компонентов или фаз. Обычно одну из фаз рассматривают как сплошную и называют дисперсионной средой, другую несплошную фазу, – дисперсной фазой. Самая простая система твердая фаза + газ или твердая фаза + жидкость характеризуется двумя объемами рецептурного материала. Объем дисперсионной среды называется свободным объемом. Например, молекулы аминокислот способны к полимеризации и создают высокомолекулярные цепи и клубки дисперсных систем. Молекулы способные образовывать ковалентные связи содержат две разные химические группы. Это аминогруппа (- NH) и карбоксильная группа (-COOH). При взаимодействии NH и COOH – групп образуется пептидная (амидная) связь, в соответствии с рис.2.



Высокомолекулярные вещества распределяются в объемах большого размера. Низкомолекулярные вещества дисперсионной среды могут занимать большие объемы и межмолекулярные малые исключенные объемы. Объемы с технологическим соотношением компонентов характеризуются соответствующим определением и термином. Например, от 0...30%

смесь сахара и 70% воды называется раствором, от 30% ...70% смесь сахара и воды называют сиропом, от 70% ...100% смесь сахара и 30%...0% воды называют карамелью. Во всех системах высокомолекулярного материала имеется объем межмолекулярного исключенного объема проявляющийся при набухании дисперсных клубков веществ характеризующих структуру. Одна фигура объема (рис.1) – это клубки полимерных цепей закрученных естественными (природными) состояниями высокомолекулярных связей биотехнологического вещества (например, белка). Вторая фигура цельного объема дисперсионной среды (рис.1) свободного объема и исключенного объема, заполненного низкомолекулярным веществом дисперсионной среды (например, вода и воздух). Структура биотехнологического вещества, есть внутреннее распределение объемов рецептурных компонентов системы и характер взаимодействия между отдельными ее элементами на молекулярном уровне. Определяются связями исходным составом, температурой, дисперсностью, агрегатным состоянием и рядом технологических факторов. Определяющее влияние на формирование структуры вещества оказывает природа связей дисперсной системы. Рецептурные композиции компонентов исходного материала создают биотехнологическую массу с совокупностью физико-механических свойств. Рецептурные добавки занимают свою долю объема, как структурные компоненты, вносят изменения в состав материала и меняют реологические свойства биотехнологической массы изделия. Одни добавки создают свойства эластичности или пластичности, другие кристалличности, третьи текучести, а количество объема рецептурной добавки, должно отвечать количеству достаточно полного заполнения свободного объема системы. В этих объемах могут размещаться низкомолекулярное состояние добавок вкусовых свойств или вещества, меняющие структурные связи. На примере ячеечной модели бусинок единичных объемов при условии достаточности полного объемного заполнения и распределения компонентов дисперсионной системы при хорошем перемешивании видно, как и когда образуются коагуляционные контакты внутри системы, при этом возникают новые свойства. При концентрации рецептурной добавки до 20%...25%, расстояния между примесными дисперсными частицами при перемешивании велики, таким образом, контакты исключаются и в материале локализуются обособленные частицы, реологические свойства не изменяются.

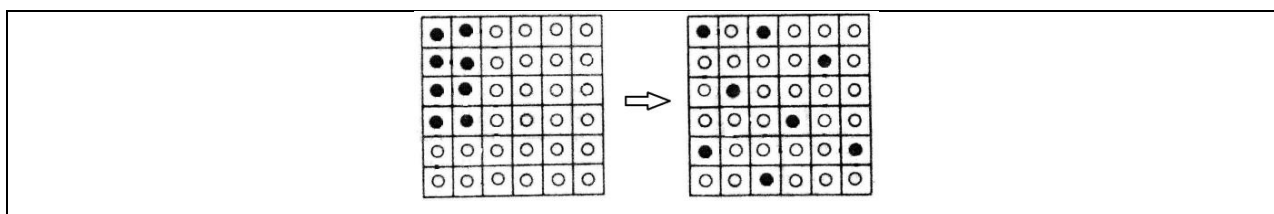
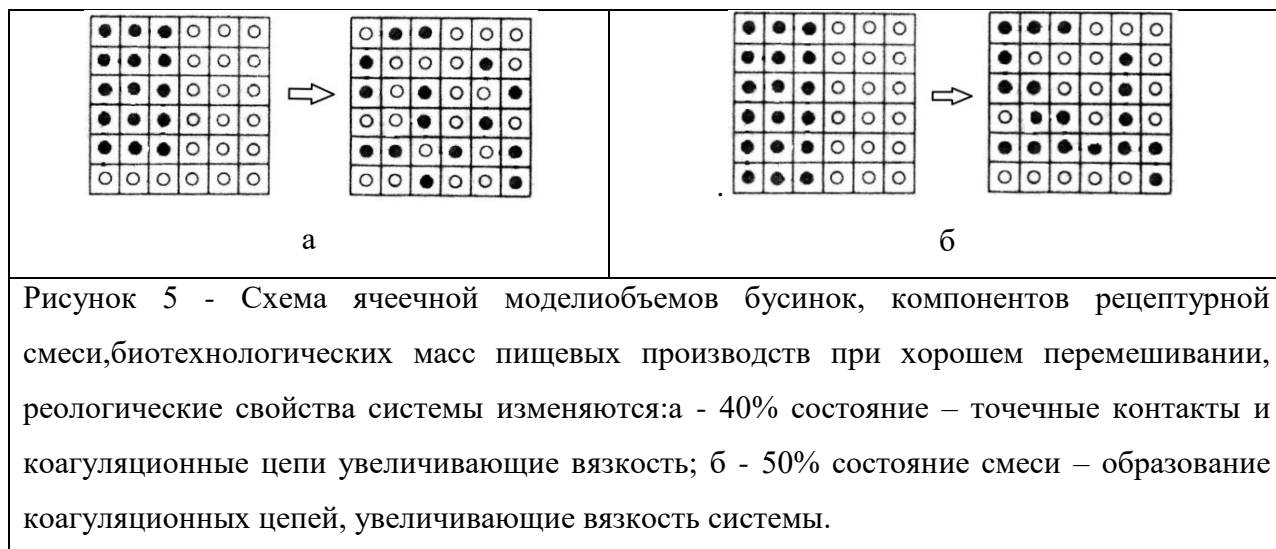
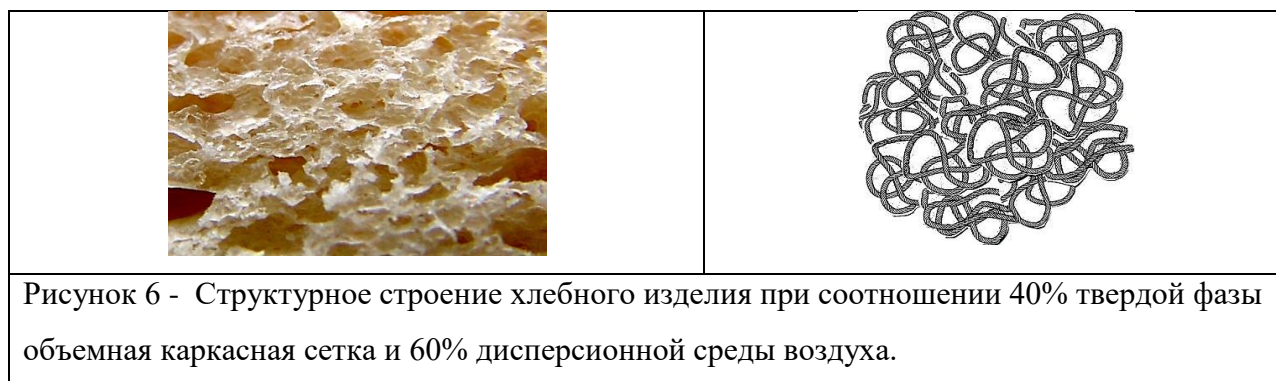


Рисунок 4 - Схема ячеечной модели объемов бусинок, компонентов рецептурной смеси, биотехнологических масс дополненная внесенными частицами до 25% при хорошем перемешивании. Система рецептурной смеси при этих условиях имеет большие расстояния между частицами добавки и реологические свойства не изменяются.

Различие свойств чистых веществ и тех же веществ, содержащих структурирующие добавки при малых концентрациях, не сказываются на структурно – механические свойства изделия. Когда концентрация добавок достаточно высока, т. е. частицы структурирующих компонентов сближены и взаимодействуют друг с другом, то примесные дисперсные частицы слипаются (сшиваются) и размещаются в свободных объемах (пустотностях) создавая матрицу, влияющую на реологические свойства системы.



При концентрациях рецептурной добавки в пределах 36% ...40%, или 50% расстояния между примесными дисперсными частицами уменьшаются, реализуется объемная коагуляция, образуется новый более сложный состав создаваемой системы, которая возникает в результате изменения рецептурного состава вещества и меняются реологические свойства. Вместе с тем здесь действуют и другие факторы: природа структурных единиц – их состав, строение, формы, размеры – и такой важный фактор, как энергетическое состояние вещества. Структура – это та форма, в которой может существовать вещество данного состава, находясь в данном энергетическом состоянии реализуя закон самоорганизации всех природных веществ и отвечающей потребительским свойствам изделия. Реологическая структура определяет подвижность (течение) рецептурного материала пищевых производств как реакцию на механическое воздействие.



Сдвиговые (реологические) свойства представляют собой основную группу свойств, которые широко используются как для расчёта различных процессов движения в рабочих органах

машин, так и для оценки качества пищевых продуктов. В связи с этим наибольшее распространение получили способы классификации систем пищевых производств и других реологических тел по сдвиговым характеристикам. Классификация реологических тел, предложенная А.В. Горбатовым, по величине отношения предельного напряжения сдвига к их плотности и ускорению свободного падения $[\theta_0/(\rho \cdot g)]$, которое представляет собой меру способности вещества сохранять свою форму. Структурное строение можно моделировать двумя компонентами – это компонент твердой фазы и компонент окружающей среды воды или воздуха. Например, система имеет ограниченный объем, в котором находятся зернистый материал (твердая фаза) и воздух (определяющий свободный объем) между дисперсными частицами. Такая система характеризуется физико-механическим понятием порозность. Локальная порозность, как заполняемость свободного объема между частицами дисперсионной средой, определяет содержание биотехнологической среды в свободном объеме при получении композиционно-рецептурного строения материала изделия и определяет свойства текучести.



Анализ системы второго рода (твердое + жидкость), например, сколько нужно муки и воды при получении блина или булочного изделия? Известно, что система дисперсных частиц имеет порозность (свободного объема) в пределах 0,3...0,4 для насыпных систем и 0,25...0,3 для виброукладки частиц, когда возникает коагуляция. Для теста блинов нужно объем муки 25%...30% и 75%...70% воды с жидким яйцом. Для булочного теста иверсионно используется 60% муки и 40% воды. По аналогии с пористостью, пустота между зёрнами определяется как порозность и характеризуется коэффициентами ε или k_ε . Первый, ε - называют порозность, а второй, k_ε - коэффициентом порозности. При расчетах дисперсной зернистой сыпучей среды возникает необходимость делать замены параметров. Найдем связь между параметрами этих определений одного через другое:

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_1 + V_2}, \quad k_\varepsilon = \frac{V_1}{V_2}, \quad \varepsilon = \frac{k_\varepsilon}{1 + k_\varepsilon}, \quad k_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon}.$$

где V_1 – объём занимаемый дисперсионной средой;

V_2 – объём занимаемый зёрнами, твердых частиц.

Известный объём порозности позволяет моделировать систему биотехнологической среды с заполнением и определением количества (объема) компонента которого нужно иметь для

равномерного распределения по всему технологическому объему с рождением структурного строения в форме контактов или коагуляционных цепей. Объем «пустотности», как объем заполняемый дисперсионной средой, может быть определен экспериментально. Для проведения эксперимента по определению объема порозности как доли пустотности и коэффициента порозности применялись частицы гороха и пшеницы, как частицы разного объемного размера и отличающиеся формой и способностью к набуханию (заполнением исключенного объема) (рис. 3). Твердые частицы гороха засыпаны в мерный стакан фиксированного объема. Объем гороха и объем воздуха (газа или жидкости) в стакане определяет полный мерный объем системы.

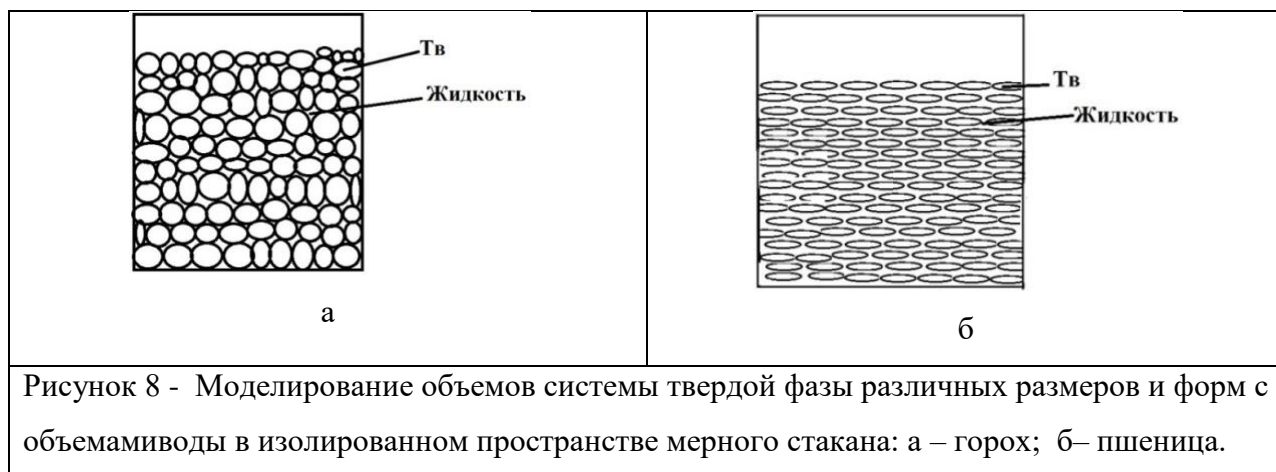


Рисунок 8 - Моделирование объемов системы твердой фазы различных размеров и форм с объемами воды в изолированном пространстве мерного стакана: а – горох; б – пшеница.

При определении свободного объема «пустотности» между зернами добавлением жидкости (воды) по верхнему уровню объема твердых частиц вытесняя газ (воздух) без выдержки во времени определяется количество жидкости заполняющей свободный объем (пустотность) системы. При выдержке часть воды уходит в исключенный объем и происходит набухание. Исключенный объем может заполняться частицами низкомолекулярного вещества (например, газ, вода для гороха или пшеницы), это внутренние объемы межмолекулярного пространства. Исключенный объем можно определить взвешиванием набухающих дисперсных частиц.

Эксперимент насыпного состояния твердого дисперсного материала показывает, что емкость объемной матрицы просветов между зерновыми клубками, как свободный объем имеет $1/3$ объема соответственно 36% (минимум 24%) биотехнологической среды и $2/3$ объема соответственно 64% основного твердого материала или инверсионно объемы меняются местами. У стенки порозность (свободный объем) принимается равной 1 (единице) и только на расстоянии $(3...4) d$ частиц зернистых слоев от стенки становится равной 0.38...0.39. Дополнительно в объеме зерен системы имеется исключенный объем твердой фазы, проявляющийся в набухании частиц системы.

Библиографический список

1. Урьев Н.Б., Галейсник М.А. Физико-химическая механика и интенсификация образования пищевых масс. / М. Пищевая промышленность, 1976 г. 240 с.

2. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия / М. Наука 1978 г. с. 386.
3. Малкин А.Я., Исаев А.Н. Реология: концепции, методы, приложения/ Пер. с англ. – СПб.; Профессия, 2007. – 560 стр, ил.
4. Щукин Е.Д., Савенко В.И., Малкин А.И. Лекции по физико-химической механике (эффект Ребиндера); /М. Нобель Пресс 2015 г. 250 с.
5. Хохлова А.Р., Кучанов С.И. Лекции по физической химии полимеров – М., Мир 2000 г. 190 с.
6. Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко. Биохимия зерна и хлебопродуктов (3-у переработанное и дополненное издание) – СПб: ГИОРД. 2005 – 512 с.
7. М. Дой, С. Эдварс, Динамическая теория полимеров. Пер. с англ. – М.: Мир, 1998. – 440 с. ил.
8. Кольман Я., Рём К.-Г., Наглядная биохимия: Пер. с нем. – М.: Мир. 2000. – 469 с., ил.
9. Г.М. Медведев, Технология макаронного производства, - М.: Колос, 2000. -272 с.: ил.

Bibliographic list

1. Uryev N.B., Talysnik M.A. Physical and chemical mechanics and intensification of the formation of food masses / M. Food industry, 1976, 240 p.
2. Rebinder P.A. Surface phenomena in disperse systems. Colloid chemistry / M. Science 1978 p. 386.
3. Malkin A.Ya., Isaev A.N. Rheology: concepts, methods, applications / Transl. from English - SPb .; Profession, 2007 .-- 560 pp., Ill.
4. Schukin E.D., Savenko V.I., Malkin A.I. Lectures on physical and chemical mechanics (Rebinder effect); / M. Nobel Press 2015. 250 p.
5. Khokhlov A.R., Kuchanov S.I. Lectures on the physical chemistry of polymers - M., World 2000, 190 p.
6. E.D. Kazakov, G.P. Karpilenko. Biochemistry of grain and bakery products (3rd revised and supplemented edition) - St. Petersburg: GIORD. 2005 - 512 s.
7. M. Doy, S. Edwards, Dynamic Theory of Polymers. Per. from English - M .: Mir, 1998 .-- 440 p. silt
8. Colman, Y., Ryom K.-G., Visual Biochemistry: Per. with him. - M .: World. 2000 .-- 469 p., Ill.
9. G.M. Medvedev, Technology of pasta production, - M .: Kolos, 2000. -272 pp., Ill.

МОДЕЛЬ ПОЛУАВТОМАТИЗИРОВАННОЙ РОТОРНОЙ ГИДРОПОНИКИ

Садов Артем Александрович – старший преподаватель кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Уральский ГАУ.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8-996-187-9731, E-mail: artemsadov@yandex.ru)

Носков Алексей Иванович – студент направления – 35.03.06 агроинженерия, - профиль Технические системы в агробизнесе. ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620137 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Июльская 20. Уральский государственный аграрный университет, тел. 8-932-617-68-46, E-mail: alNos98@yandex.ru)

Волков Дмитрий Олегович – студент направления — 35.03.06 агроинженерия, - профиль технический сервис в АПК. ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8-909-700-34-08, E-mail: dmitriivolkov1996@mail.ru)

Рецензент: **Новопашин Л.А.**, кандидат технических наук, доцент заместитель декана факультета инженерных технологий по научной работе ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет. (620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33- 63, E-mail: novorashin-leonid@ya.ru)

Ключевые слова: гидропоника, сельское хозяйство, закрытый грунт, автоматизация, ротор, урбанизация.

Анотация

в современном мире очень широко начинает развиваться растениеводство без контакта с грунтом. Проведен обзор различных роторных гидропонных систем, существующих и разрабатываемых. Современные образцы ещё нуждаются в систематизации подбора материалов, системных и программных компонентов, из которых они будут собираться, выборе наиболее оптимальных, в зависимости от выращиваемой культуры, габаритов. Для исследования возможностей конструкции, надежности и функционала установки была разработана и собрана модель роторной гидропонике, для изучения на ней технических особенностей выращивания в роторной гидропонике.

MODEL OF SEMI-AUTOMATED ROTARY HYDROPONICS.

A.A. Sadov — senior lecturer Ural state agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 996-187-9731, E-mail: artemsadov@yandex.ru)

A.I. Noskov – student direction-35.03.06 Agroengineering, - profile Technical systems in agribusiness. Ural GAU

(620137, Sverdlovsk area, Ekaterinburg, street of Iyul'skaya 20. Ural state agrarian University, tel. 8-932-617-68-46, E-mail: alNos98@yandex . ru)

D.O. Volkov – student direction-35.03.06 Agroengineering, - profile technical service in agriculture. Ural GAU

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42 tel. 8-909-700-34-08, E-mail: dmitriivolkov1996@mail.ru)

Reviewer: **Novopashin L. A.**, candidate of technical Sciences, associate Professor Deputy Dean of the faculty of transport and technological machines and service for scientific work of the Ural state agrarian University. (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Keywords: hydroponics, agriculture, closed ground, automation, rotor, urbanization.

Annotation

in the modern world, crop production begins to develop very widely without contact with the ground. The review of various rotary hydroponic systems existing and being developed is carried out. Modern samples still need to systematize the selection of materials, system and software components from which they will be collected, choosing the most optimal, depending on the cultivated crop, dimensions. To study the design possibilities, reliability and functionality of the plant, a model of rotary hydroponics was developed and assembled, to study the technical features of growing in rotary hydroponics on it.

Основная часть:

Роторная гидропонная система — это относительно недавняя разработка в области сельского хозяйства. Основными ее особенностями являются:

1. То, что ее внешний вид напоминает колесо;
2. Такой тип гидропонной установки имеет постоянно подвижную часть — медленно вращающийся цилиндр, на котором расположен растительный субстрат;
3. В роторной гидропонике питательный раствор подается к корням методом частичного временного затопления, когда растения проходят нижнюю часть круга;
4. Вращение диска происходит вокруг источника света;
5. Компания Volksgarden, ссылаясь на собственные опыты и исследования сообщают, что под воздействием **постоянного вращения** у овощей и зелени эффективно вырабатывается гормон ауксин и флавоноиды. В результате растения растут более крупными, быстрее и обильно плодоносят. Такая конструкция влияет и на вкус плодов.
6. Растения держатся в роторной гидропонике корнями за субстрат, который закрепляется за вращающийся диск.

Обзор информации по роторной гидропонике приводит к выводу, что такой принцип выращивания растений появился как идея, и начал активно развиваться в космической отрасли. Вращающаяся гидропонная система — Rotary Hydroponic System «зеленое колесо» разработанная NASA с использованием дизайна Миланской дизайн-студии DesignLibero.



Рисунок 1 - *Rotary Hydroponic System*.

Роторная гидропонная установка от NASA устроена следующим образом: на подставке, которая является резервуаром для питательного раствора, установлено колесо. Колесо приводится в действие посредством мотора. По мере вращения колеса корни растений опускаются в питательный раствор, а встроенная помпа следит за уровнем раствора. Стаканчики с растениями помещают во внутреннюю часть колеса, в которой предусмотрены специальные отверстия для них. Стаканчики наполняются субстратом, на подобие кокосового волокна. В роторной гидропонике предпочтительны легкие субстраты, не задерживающие в себе очень большого количества воды, так как находясь в подвешенном состоянии они создают нагрузку на колесо. Полностью автоматизированная гидропонная установка. Колесо может управляться при помощи смартфона или планшета. Можно установить уровень освещенности, температуру и следить за уровнем воды. Это позволяет выращивать практически любой вид растений.

Также специалисты из компании **Volksgarden** разработали гидропонную систему и назвали ее **Omega Garden**. Omega представляет собой цилиндрический корпус, который состоящая из 36 модулей. Корпус состоит из блоков и вращается вокруг источника света (LED-светильник) наподобие карусели. Движение происходит постоянно и с небольшой скоростью. В нижней точке круга корни растений проходят через питательный раствор. В блоках можно выращивать до 80 растений. По словам разработчиков, лучше всего в таком «огороде» себя чувствуют салаты, подвид обыкновенной свеклы - мангольд, бобовые, а также некоторые сорта цветов. Хорошо плодоносят в роторной гидропонике овощные и ягодные культуры: перец, помидоры, огурцы, баклажаны, клубника.



Рисунок 2 - Модель гидропоники Volksgarden Supra™ с взрослыми растениями базилика.

На рисунке 2 изображена модель роторной гидропоники фирмы Volksgarden, торговой модели Supra. Это полностью готовая к использованию конструкция, состоящая из цилиндра, люминесцентных ламп, поддона для питательного раствора, а также стоек и двигателя для вращения цилиндра. Общий размер конструкции в сборке составляет, в высоту: 51 дюйм, примерно 13716 мм; периметр цилиндра составляет $37\frac{3}{4}$ дюйма, это около 940 мм; и внутренний диаметр от центра окружности до поверхности цилиндра где располагается субстрат: 23 дюйма = 584,2 мм.

В одном таком блоке можно выращивать 80 растений, блоки можно комбинировать между собой, используя общий поддон и систему питания питательным раствором нескольких установок, а также удлиняя одну стойку под несколько цилиндров с растениями.

Таким образом, можно сделать вывод, что роторная гидропоника должна отвечать нескольким требованиям. Например, стойка для роторной гидропоники должна быть выполнена из прочного материала, неподдающегося коррозии. Корпус цилиндра должен быть химически нейтрален, никак не взаимодействовать с питательным раствором, никак не изменять своих свойств под воздействием влаги. Лампы в роторной гидропонике, используются люминесцентные и светодиодные источники света, но возможно также гипотетическое применение прочих типов освещения пригодного для выращивания растений, должны давать свет с минимальным выделением температуры, так как растения расположены достаточно близко от источников света, быть защищены от влажности.

Электронные компоненты роторной гидропоники должны быть надежно защищены от возможного взаимодействия с влагой. Возможность попадания воды и раствора к электронным компонентам должна быть максимально минимизированна, по возможности исключена вовсе.

Минусами современной роторной гидропоники можно назвать сложность в смене питательных растворов. Так как они не универсальны, и под каждую культуру требуется свой,

предпочтительный для данной культуры в зависимости от периода вегетации и прочих факторов, состав. Чтобы сменить питательный раствор необходимо смыть остатки старого раствора, следовательно необходимо чистить полностью всю установку. Нету регулировки освещения: свет лампы не регулируется по режимам, яркости и другим параметрам. То есть для смены типа освещения с фито ламп, например, на теплый led — включаемый в ситифермах для имитации ночного периода роста растений, необходимо полностью заменить лампу. За установкой необходим сложный уход: промывать установку в труднодоступных местах, иначе такие места могут стать причиной роста грибка, появления неприятного запаха и прочих неприятностей. В качестве предложения по этой проблеме можно предложить установку на модель гидропоники бактерицидных ультрафиолетовых излучателей для обеззараживания установки. Для обслуживания гидропоники раз в 2-3 дня из установки достаются растения, сливается полностью раствор и проводится кварцевание. После растения обратно вставляются в установку, заменяется питательный раствор.

В разработанной на базе «Молодежного инновационного центра» Уральского ГАУ была создана модель роторной гидропоники. В созданной модели для изготовления лампы использовались фито светодиоды для выращивания растений. На заготовке из теплопроводящего материала были равномерно расположены 36 фито светодиодов, соединенные последовательно. Для дополнительной защиты от перегрева по краям лампы были установлены два вентилятора. Вентиляторы, помимо охлаждения лампы, также выполняли функцию по обеспечению движения воздуха в установке. В движение цилиндр приводился шаговым двигателем. Шаговый двигатель управлялся с помощью драйвера двигателя и программно-аппаратного модуля. Корпус и сам цилиндр были выполнены из листового ПВХ пластика. Данный материал не реагирует на влагу, легко поддается обработке, не взаимодействует с раствором питательных веществ и не пропускает воду.



Рисунок 3 - Модель роторной гидропоники Уральского ГАУ.

В частности, создаваемая нами гидропоника отвечает выше сказанным требованиям что несомненно позволяет ей быть конкурентноспособной среди других образцов. Согласно представленных требований будет продолжена научная работа в дальнейшем.



Рисунок 4 - Модель роторной гидропоники Уральского ГАУ.

Вывод:

В мире активно развиваются гидропонные технологии выращивания, и как одна из моделей такого выращивания может являться роторная гидропоника. Начавшая свой путь как концепт для космической отрасли, постепенно развиваясь, сейчас она активно развивается благодаря преимуществам в экономии пространства и энергии. Уже существуют несколько независимых разработок, предлагающих свои идеи по организации использования роторных гидропонных систем как для частного, так и для промышленного использования. Роторная гидропоника имеет как свои плюсы, так и минусы. Устранение недостатков, рассмотренных в статье, увеличит конкурентноспособность роторного способа возделывания, такие изыскания ведутся. Данный вид гидропоники будет и дальше развиваться.

Библиографический список

1. Садов А.А. Проект роторной гидропонной установки с автоматизированным процессом выращивания культур/ Садов А.А., Потетня К.М., Носков А.И.,// Научно-технический вестник технические системы в АПК 2019. - №3(3). - С. 39-45. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38096672> (дата обращения 22.10.2019)
2. Комарова А.О. Выращивание томатов на малообъемной гидропонике/ Комарова А.О., Карпухин М. Ю.// Молодёжь и наука. 2018. - №7. - С. 6. URL: http://min.usaca.ru/uploads/article/attachment/3918/Комарова_.pdf (дата обращения 22.10.2019)
3. Болтовский С.Н. Плюсы и минусы гидропоники / Болтовский С.Н., Баймухамбетов С.Р., Демчук Е.В.,// Новая наука: современное состояние и пути развития 2016. - №12-4. - С. 46-48. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_27724511_82483346.pdf (дата обращения 22.10.2019)

4. Бондаренко Е.В. Выращивание некоторых видов культур в малообъемной гидропонике// Молодой исследователь Дона. 2018. №4(13). - С. 18-23. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vyraschivanie-nekotoryh-vidov-kultur-v-maloobemnoy-gidroponike> (дата обращения 22.10.2019)
5. Руткин Н.М. Урбанизированное агропроизводство (сити-фермерство) как перспективное направление развития мирового агропроизводства и способ повышения продовольственной безопасности городов / Руткин Н.М., Лагуткина Л.Ю., Лагуткин О.Ю.,// Вестник Астраханского государственного технического университета. 2017. Сер.: рыбное хозяйство №4. С. 95-108. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/urbanizirovannoe-agroproduzvodstvo-siti-fermerstvo-kak-perspektivnoe-napravlenie-razvitiya-mirovogo-agroproduzvodstva-i-sposob> (дата обращения: 22.10.2019).

Bibliographic list

1. Sadov A.A. Project of a rotary hydroponic plant with an automated process of growing crops / Sadov A. A., Potetnya K. M., Noskov A. I., // Scientific and technical Bulletin technical systems in agriculture 2019. - No. 3(3). - С. 39-45. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38096672> (appeal date: 10/22/2019).
2. Komarova A.O. growing tomatoes on low-volume hydroponics/ Komarova A. O., Karpukhin M. Yu. // Youth and science. 2018. - No. 7. - С. 6. URL: http://min.usaca.ru/uploads/article/attachment/3918/Комарова_.pdf (appeal date: 10/22/2019).
3. Boltovsky S.N. Pros and cons of hydroponics / Boltovsky S. N., baymukhambetov S. R., Demchuk E. V., // New science: current state and ways of development 2016. - No. 12-4. - С. 46-48. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_27724511_82483346.pdf (appeal date: 10/22/2019).
4. Bondarenko E.V. Cultivation of some types of crops in low-volume hydroponics/ / Young researcher of the don. 2018. No. 4(13). - С. 18-23. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vyraschivanie-nekotoryh-vidov-kultur-v-maloobemnoy-gidroponike> (appeal date: 10/22/2019).
5. Rutkin N.M. Urbanized agricultural production (city-farming) as a promising direction of development of world agricultural production and a way to improve food security of cities / Rutkin N. M., Lagutkina L. Yu., Lagutkin O. Yu., // Bulletin of Astrakhan state technical University. 2017. Ser.: fisheries No. 4. С. 95-108. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/urbanizirovannoe-agroproduzvodstvo-siti-fermerstvo-kak-perspektivnoe-napravlenie-razvitiya-mirovogo-agroproduzvodstva-i-sposob> (appeal date: 10/22/2019).

РАСТИТЕЛЬНЫЕ МАСЛА КАК БИОКОМПОНЕНТ СМЕСЕВЫХ ТОПЛИВ ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ

Денежко Любовь Васильевна, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: denejko@yandex.ru)

Новопашин Леонид Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Садов Артем Александрович, старший преподаватель кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8-996-187-9731, E-mail: artemsadov@yandex.ru)

Рецензент **М.Б. Носырев**, доктор технических наук профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, профессор ФГБОУ ВО Уральский ГАУ (620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8 (343) 222-40-00, E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

Ключевые слова: альтернативные топлива, растительные масла, свойства как горючего, диверсификация, нефтепродукты, физико-химические свойства.

Аннотация:

В статье рассматриваются растительные масла, их свойства и возможность применения их в качестве моторного топлива или биоконпонента для дизелей. В последние годы в нашей стране и за рубежом решение данных задач направлено на замену традиционных нефтяных топлив альтернативными. Среди них важное место занимают смесевые топлива. Биоконпонентом в смесевых топливах являются растительные масла. В настоящее время исследован достаточно широкий ассортимент растительных масел, используемых в качестве биоконпонента смесевых топлив для дизелей. Среди них следует назвать масла: рапсовое, соевое, горчичное, сафлоровое, кукурузное, рыжиковое и др. Экологические характеристики растительных масел значительно лучше вследствие повышенного содержания кислорода, что способствует более полному сгоранию топлива. Более высокая экологичность биотоплив доказана исследованиями, проведенными в России и за рубежом [1, 2].

Выбор масличной культуры как сырья для получения биотоплива зависит от условий каждого региона. Для зоны Среднего Урала как показывает опыт ряда хозяйств подходят такие культуры как рапс (хозяйства Ирбитского и Сысертского районов), клещевина (ОПХ УрГАУ), лен масличный (УралНИИСХоз). Планируются опыты по выращиванию нескольких масличных культур на базе опытного поля в ОПХ УрГАУ и их исследованию в качестве биоконпонентов смесевых топлив.

Таким образом, изложенный материал указывает на возможность и целесообразность применения в тракторных дизелях смесевое топлива с использованием местного растительного сырья.

OILSEEDS AS A BIOCOMPONENT OF MIXTURE FUELS FOR DIESELS

L.V. Denezhko, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: denejko@yandex.ru)

L.A. Novopashin, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

A.A. Sadov — senior lecturer Ural state agrarian University (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 996-187-9731, E-mail: artemsadov@yandex.ru)

Reviewer **M.B. Nosyrev**, doctor of technical sciences, professor, honorary worker of the highest professional education of the Russian Federation, professor of FSBEI HE Ural GAU

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. 8 (343) 222-40-00, E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

Keywords: alternative types of fuel, oilseeds, properties as a fuel, diversification, petroleum products, physico-chemical properties.

Annotation

The article discusses vegetable oils, their properties and the possibility of using them as motor fuel or a biocomponent for diesel engines. In recent years, in our country and abroad, the solution of these problems is aimed at replacing traditional petroleum fuels with alternative ones. Among them, mixed fuels occupy an important place. Vegetable oils are a biocomponent in mixed fuels. Currently, a fairly wide range of vegetable oils has been studied, used as a biocomponent of mixed fuels for diesel engines. Among them are oils: rapeseed, soybean, mustard, safflower, corn, camelina, etc. The environmental characteristics of vegetable oils are much better due to the increased oxygen content, which contributes to a more complete

combustion of fuel. Higher environmental friendliness of biofuels is proved by studies conducted in Russia and abroad [1, 2].

The choice of oilseed as a raw material for biofuel production depends on the conditions of each region. As shown by the experience of a number of farms, such crops as rapeseed (farms in the Irbitsky and Sysert districts), castor bean plant (Ural State Agrarian University), and oilseed flax (Ural Scientific Research Institute of Agriculture) are suitable for the Middle Urals zone. Experiments are planned on the cultivation of several oilseeds on the basis of the experimental field in the industrial complex of the Ural State Agrarian University and their study as biocomponents of mixed fuels.

Thus, the stated material indicates the possibility and expediency of using mixed fuel in tractor diesels using local plant materials.

Исчерпаемость нефтяных запасов, непрерывный рост цен на нефтепродукты, экологическая ситуация остро ставят вопрос о новых источниках энергоресурсов для двигателей автотракторной техники. В последние годы в нашей стране и за рубежом решение данных задач направлено на замену традиционных нефтяных топлив альтернативными. Среди них важное место занимают смесевые топлива. Биокomпонентом в смесевых топливах являются растительные масла. Растительные масла – это горючие, имеющее достаточно высокую теплоту сгорания, на 7...10% ниже, чем у нефтяного топлива. Однако возобновляемость сырья для получения растительных масел, улучшение экологических характеристик двигателей при использовании биотоплив, адаптация существующих двигателей к данному виду топлив является существенным плюсом смесевых топлив. К этому следует добавить доступность и возможность получения биотоплив для сельхозтоваропроизводителей в условиях хозяйства и экономическую эффективность и меньшую зависимость от нефтяного рынка.

В настоящее время исследован достаточно широкий ассортимент растительных масел, используемых в качестве биокomпонента смесевых топлив для дизелей. Среди них следует назвать масла: рапсовое, соевое, горчичное, сафлоровое, кукурузное, рыжиковое и др. (табл.1).

Растительные масла хорошо смешиваются в любых пропорциях с нефтепродуктами (бензином и дизельным топливом), что связано с небольшой полярностью масел, а также имеют хорошую совместимость между собой.

Растительное масло не токсично и, судя по температуре вспышки, не огнеопасно. Растительное масло практически не содержит сернистых соединений, не является причиной кислотных дождей. Растительные масла нейтральны, с точки зрения образования CO_2 при сжигании.

Таблица 1 – Физико-химические свойства растительных масел

Параметр	Арахисовое	Подсолнечное	Соевое	Рапсовое	МЭРМ	ДТ
Состав: С,Н,О %	0,78; 0,123; 0,097	0,776; 0,115; 0,109	0,775; 0,115; 0,110	0,776; 0,116; 0,109	77,03; 12,14; 10,83	0,864; 0,121; 0,95
Плотность, кг/м ³	917	924	923	917	879	830-860
Кинематическая вязкость при 20°С, мм ² /с	81,5	63	25	76	-	3,5-8,5
Низшая теплота сгорания Н _и , МДж/кг	37	36	39	37,1	37,30	42,5
Цетановое число	36	32	21	40	52,9	45-52
Температура вспышки, °С	320	220	318	100	71	60
Температура застывания, °С	-	-16	-11	-23	-21	-10,-35
Содержание серы, %	-	0,005	0,005	0,005	0,005	0,5

Физико-химические характеристики растительных масел (табл.1) существенно отличаются от дизельного топлива: повышенные плотность, вязкость, температура вспышки. Растительные масла по элементному составу близки друг другу, в отличие от нефтяных топлив содержат повышенный процент кислорода до 9,6...11,5%. Высокие плотность и вязкость масел являются причиной увеличения их цикловой подачи и часового расхода по сравнению с дизельными топливами. Высокая вязкость (в 6 раз и более), повышенная склонность к нагарообразованию, низкая испаряемость, а также возможность загрязнения моторного масла продуктами полимеризации триглицеридов ограничивают использование растительных масел в дизельных двигателях в чистом виде. Вязкость растительных масел значительно снижается при подогреве до температуры 50...60° С или при смешивании их с маловязкими нефтепродуктами, чтобы улучшить их качество распыления. [6,7,8]

Низкотемпературные свойства растительных масел, оцениваемые температура застывания (- 16...-20° С) затрудняют их использование в холодное время года.

Экологические характеристики растительных масел значительно лучше вследствие повышенного содержания кислорода, что способствует более полному сгоранию топлива. Более высокая экологичность биотоплив доказана исследованиями, проведенными в России и за рубежом[1, 2].

В последние годы отмечается увеличение посевных площадей под масличными культурами и соответственно динамика валовых сборов (рис.1).

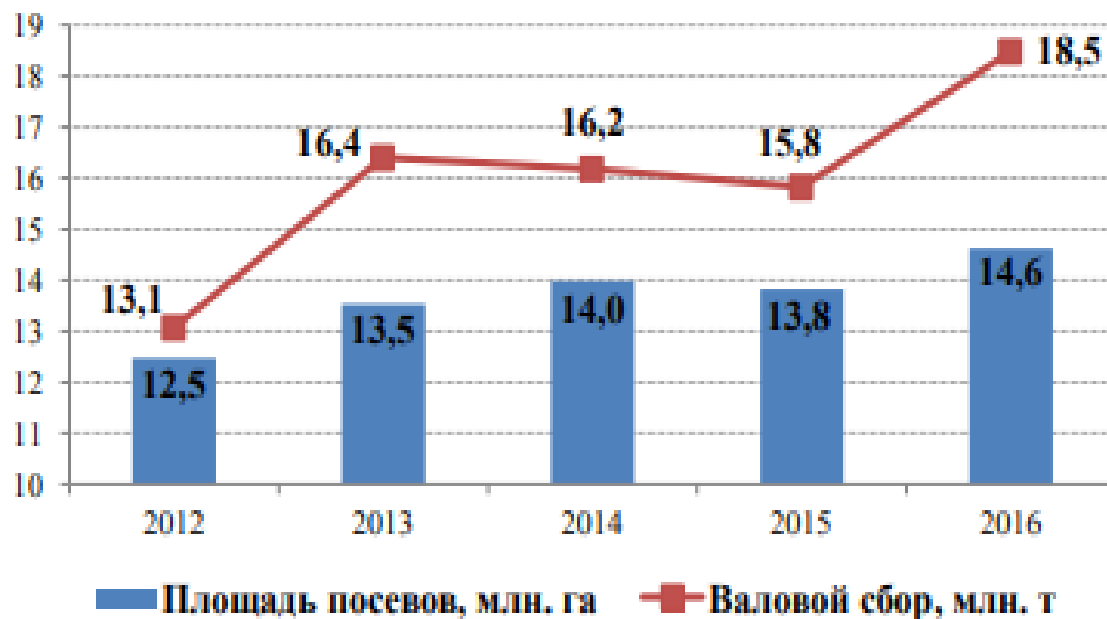


Рисунок 1 - Динамика производственных показателей возделывания масличных культур в ЕАЭС

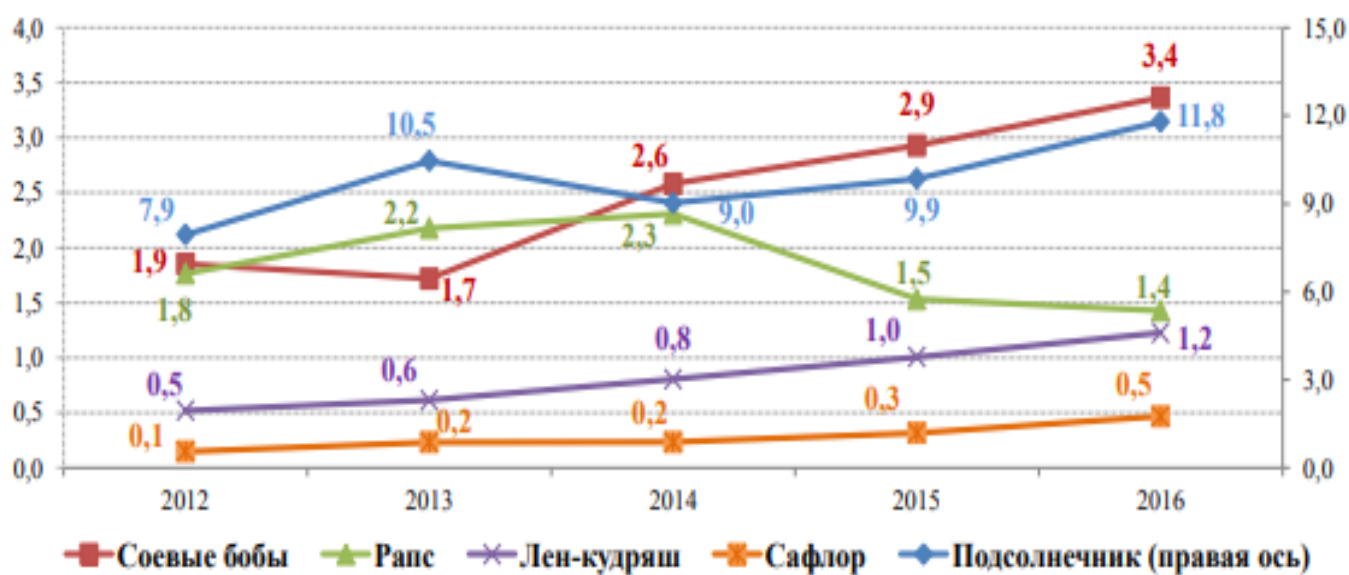


Рисунок 2 - Динамика валовых сборов масличных культур в ЕАЭС, млн. т

По валовым сборам лидирует подсолнечник (11,8 млн.т), затем рапс и соевые бобы, но в последние годы сбор рапса резко снизился. Наметилась тенденция увеличения сборов льна и сафлора.

В мире растений насчитывается более 150 видов масленичных культур, из которых можно получать масла.

Таблица 2 – Характеристика масличных культур

МАСЛИЧНАЯ КУЛЬТУРА	РАСЧЕТНАЯ МАСЛИЧНОСТЬ СЕМЯН	СЕМЕНА, кг/час	ЖМЫХ, кг/час	МАСЛО, кг/час	МАСЛИЧНОСТЬ ЖМЫХА
ПОДСОЛНЕЧНИК	42 %	400	260	140	11 %
РАПС	42 %	500	340	160	11 %
ХЛОПЧАТНИК	22 %	250	200	50	13 %
СОЯ	19 %	350	315	35	10 %
ЛЕН	38 %	300	210	90	11 %
РЫЖИК	41 %	350	232	118	11 %
КУНЖУТ	50 %	400	230	170	13 %
САФЛОР	35 %	350	255	95	9 %
МАК	45 %	350	230	170	13 %
АБРИКОСОВАЯ КОСТОЧКА	42 %	250	160	90	9 %
КОНОПЛЯ	34 %	250	200	50	13 %
ЗАРОДЫШ КУКУРУЗЫ	50 %	350	240	110	13 %
ГОРЧИЦА	35 %	300	220	80	11 %
ПЕРСИКОВАЯ КОСТОЧКА	40 %	250	160	90	9 %
ТЫКВА	34 %	300	220	80	11 %
ДЫНЯ	40 %	350	232	118	11 %

Ассортимент сырья для получения растительных масел постоянно увеличивается. В частности, следует отметить клещевину для получения рицинового (касторового) масла, полевые и стендовые исследования которого проведены на кафедре ТТМ УрГАУ. В УралНИИСХозе начаты исследования по культуре лен масличный, возможности его возделывания в условиях Среднего Урала. В связи с этим начаты исследования по данной культуре на нашей кафедре.

Выбор масличной культуры как сырья для получения биотоплива зависит от условий каждого региона. Для зоны Среднего Урала как показывает опыт ряда хозяйств подходят такие культуры как рапс (хозяйства Ирбитского и Сысертского районов), клещевина (ОПХ УрГАУ), лен масличный (УралНИИСХоз). Планируются опыты по выращиванию нескольких масличных культур на базе опытного поля в ОПХ УрГАУ и их исследованию в качестве биокomпонентов смесевых топлив. [5,6,7,8,9,10]

Таким образом, изложенный материал указывает на возможность и целесообразность применения в тракторных дизелях смесевое топлива с использованием местного растительного сырья.

Библиографический список

1. Васильев И. П. Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля: монография. – Луганск: Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2009. – 240 с.
2. Девянин С. Н., Марков В. А., Семенов В. Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. – Х.: Новое слово, 2007. – 452 с.
3. Исследование физико-химических свойств топливных композиций на основе рапса// Отчет о научно- исследовательской работе. -Екатеринбург, УрГСХА, 2008.-70 с.
4. Классификация альтернативных топлив URL: <https://infopedia.su/18x15c72.html> (Дата обращения 15.09.2019)
5. Панков Ю.В. Структурные композиции биодизеля с учетом энергетических свойств исходного сырья / Ю.В. Панков, Л.А. Новопашин, Л.В. Денежко, А.А. Садов, К.М. Потетня // Научно-технический вестник технические системы в АПК. 2018. № 2 (2). С. 47-55.
6. Новопашин, Л.А. Исследование показателей работы тракторного дизеля при использовании минерально-сафлоровых смесей / Л.А. Новопашин, К.А. Асанбеков, Л.В. Денежко, А.А. Садов // Аграрный вестник Урала.- 2017.- № 1 (155).- С. 14.
7. Садов А.А. Актуальность применения многокомпонентного дизельного топлива в настоящее время в Российской Федерации / А.А. Садов // В сборнике: Современные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса. – Саратов. - 2018. - С. 237-241.
8. Садов А.А. Опыт культивирования клещевины в колумбии в качестве сырья для производства биотоплива / А.А. Садов, К.М. Потетня // Молодежь и наука. 2018. № 3. С. 88.
9. Садов А.А. Получение и применение касторового (рицинового) масла в странах БРИКС / А.А. Садов, К.М. Потетня // Молодежь и наука. 2018. № 3. С. 89.
10. Панков, Ю.В. Количественные соотношения и свойства смесевых систем углеводородного состава для дизельного двигателя / Ю.В. Панков, Л.А. Новопашин, Л.В. Денежко, А.А. Садов // Аграрный вестник Урала.- 2016.- № 12 (154).- С. 72-76.

Bibliographic list

1. Vasiliev I. P. Influence of fuels of plant origin on the environmental and economic indicators of a diesel engine: monograph. - Lugansk: Publishing house of VNU them. V. Dalia, 2009 .-- 240 p.
2. Devyanin S. N., Markov V. A., Semenov V. G. Vegetable oils and fuels based on them for diesel engines. - X .: New Word, 2007 .-- 452 p.
3. The study of the physicochemical properties of fuel compositions based on rapeseed // Report on research work. Yekaterinburg, Ural State Agricultural Academy, 2008.-70 p.
4. Classification of alternative fuels URL: <https://infopedia.su/18x15c72.html> (Date accessed 15.09.2019)

5. Pankov Yu.V. Structural compositions of biodiesel taking into account the energy properties of the feedstock / Yu.V. Pankov, L.A. Novopashin, L.V. Denezhko, A.A. Sadov, K.M. Potetnya // Scientific and Technical Journal Technical Systems in the AIC. 2018.No 2 (2). S. 47-55.
7. Novopashin, L.A. Research of tractor diesel engine performance using mineral-safflower mixtures / L.A. Novopashin, K.A. Asanbekov, L.V. Denezhko, A.A. Sadov // Agrarian Bulletin of the Urals. - 2017.- No. 1 (155) .- P. 14.
8. Sadov A.A. The relevance of the use of multicomponent diesel fuel currently in the Russian Federation / A.A. Sadov // In the collection: Modern problems and prospects for the development of agriculture. - Saratov. - 2018 .-- S. 237-241.
9. Sadov A.A. The experience of cultivating castor oil in Colombia as a raw material for the production of biofuel / A.A. Sadov, K.M. Potetnya // Youth and science. 2018. No. 3. P. 88.
10. Sadov A.A. Obtaining and application of castor (ricin) oil in the BRICS countries / A.A. Sadov, K.M. Potetnya // Youth and science. 2018. No. 3. P. 89.
11. Pankov, Yu.V. Quantitative relations and properties of mixed systems of hydrocarbon composition for a diesel engine / Yu.V. Pankov, L.A. Novopashin, L.V. Denezhko, A.A. Sadov // Agrarian Bulletin of the Urals. - 2016.- No. 12 (154) .- P. 72-76.

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ ДИЗЕЛЬНОЙ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МДСТ НА ОСНОВЕ БИОЭТАНОЛА И
МАСЛА**

Денежко Любовь Васильевна, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63,
E-mail: denejko@yandex.ru)

Новопашин Леонид Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63,
E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Садов Артем Александрович, старший преподаватель кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8-996-187-9731, E-mail: artemsadov@yandex.ru)

Рецензент **М.Б. Носырев**, доктор технических наук профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, профессор ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8 (343) 222-40-00,
E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

Ключевые слова: дизельное смесевое топливо, ДВС, смеси, теоретический расчет, мощность, биотопливо, рициновое масло, биоэтанол.

Аннотация

Актуальность рассматриваемого вопроса обуславливается масштабными международными исследованиями и подтверждается указом Президента Российской Федерации от 07 июля 2011 года №899 по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации.

По данным аналитического агентства «АВТОСТАТ», по состоянию на 2019 год в Российской Федерации сумма переработки нефти в дизельное топливо составляет свыше 70 млн. тонн дизельного топлива. [2,4] Из перечисленного можно сделать вывод, что для решения топливного вопроса и сохранения окружающей среды требуется проведение масштабных исследований по данной тематике.

В качестве сырья для получения альтернативных видов топлива привлекательна биомасса, как например, масленичные культуры, отходы перерабатывающих производств и др., [1], в результате

повышенного спроса на рициновое масло и его физико-химические свойства. Требуется проведение исследований в сфере пригодности данного сырья в качестве компонента ДСТ. [3].

Однако вязкость рицинового масла на порядок выше чем у дизельного топлива, поэтому рициновое масло может применяться только в качестве добавки к маловязким компонентам. Добавка дизельного топлива и биоэтанола к рициновому маслу с предварительной подготовкой снижает вязкость, улучшает низкотемпературные свойства и делает пригодной к ее использованию с точки зрения качественного распыла.

На основании теплового расчета двигателя по методике А.В. Николаенко определены показатели рабочего цикла двигателя Д-240 и представлены зависимости от концентраций компонентов. В статье проведено сравнение полученных показателей с традиционным дизельным топливом.

THEORETICAL RESEARCH OF INDICATORS OF DIESEL DIESEL POWER STATION WHEN USING MDST BASED ON BIOETHANOL AND OIL

L.V. Denezhko, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: denezhko@yandex.ru)

L.A. Novopashin, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

A.A. Sadov — senior lecturer Ural state agrarian University (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 996-187-9731, E-mail: artemsadov@yandex.ru)

Reviewer **M.B. Nosyrev**, doctor of technical sciences, professor, honorary worker of the highest professional education of the Russian Federation, professor of FSBEI HE Ural GAU (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. 8 (343) 222-40-00, E-mail: nosyrev.mb@mail.ru)

Keywords: diesel fuel mix, internal combustion engine, mixtures, theoretical calculation, power, biofuel, ricin oil, bioethanol.

Annotation

The relevance of the issue under consideration is determined by large-scale international research and is confirmed by the Government of the Russian Federation Order No. 1-P dated January 8, 2009, “The main directions of the state policy in the field of increasing the energy efficiency of the electric power industry based on the use of renewable energy sources until 2020” dated July 7, 2011 No. 899 in priority areas of the development of science, technology and technology in the Russian Federation.

According to the analytical agency AUTOSTAT, as of 2019 in the Russian Federation, the amount of oil refining into diesel fuel is more than 70 million tons of diesel fuel. [2,4] From the above it can be concluded that large-scale research on this topic is required to solve the fuel problem and preserve the environment. As a raw material for the production of alternative fuels, biomass is attractive, such as oil crops, waste from processing plants, etc., [1], as a result of the increased demand for ricin oil and its physicochemical properties. Requires research in the field of suitability of this raw material as a component of the DST. [3].

However, the viscosity of ricin oil is an order of magnitude higher than that of diesel fuel, so ricin oil can be used only as an additive to low-viscosity components. The addition of diesel fuel and bioethanol to ricin oil with preliminary preparation reduces viscosity, improves low-temperature properties and makes it suitable for its use from the point of view of high-quality spray.

Based on the thermal calculation of the engine according to the method of A.V. Nikolayenko determined the performance of the operating cycle of the engine D-240 and presented depending on the concentrations of components. The article compares the results obtained with traditional diesel fuel.

Введение.

В современное время на развитие техники большое влияние оказывают: ужесточение экологических норм по выбросам токсичных веществ, и методы повышения эффективности использования энергоресурсов.

На данный период в Российской Федерации производится свыше 100 млн. тонн моторного топлива традиционным способом из нефти [4]

При этом динамика прироста запасов за счет переоценки и проведения геологоразведочных работ остается на уровне 2007 и 2008 годов. Из этого следует, что при интенсивном увеличении количества стационарных и передвижных потребителей нефтепродуктов потребность в нефтепродуктах может превысить динамику прироста запасов (рисунок 1). В результате произойдет интенсивное уменьшение общего запаса нефтяных залежей категорий А+В+С₁ (таблица 1.) [4].

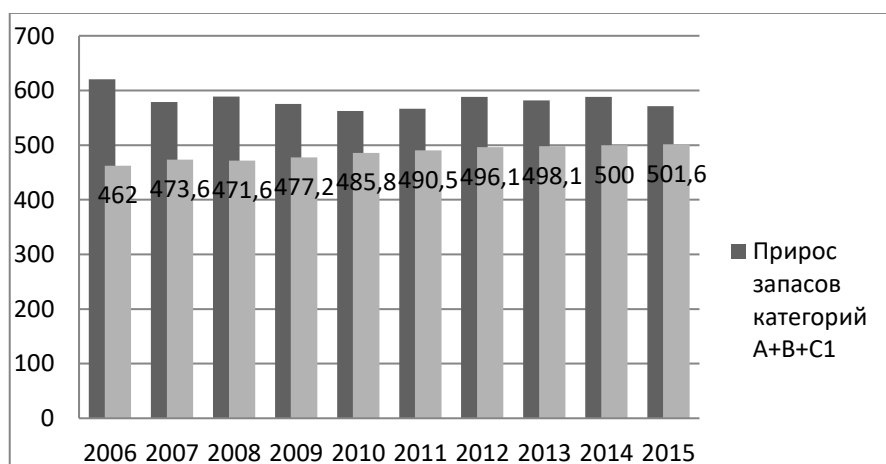


Рисунок 1 - Динамика добычи нефти и прироста ее запасов категории А+В+С₁ в результате геологоразведочных работ за 10 лет

Таблица 1. Нефтяной потенциал основных нефтепроизводителей

Страна	Доказанные запасы нефти, млрд барр.	добыча в сутки, млн барр.	доля в мировом производстве, %	потенциал, годы
Россия	80	10,6	13,6	21
Саудовская Аравия	266,6	10,11	13	72
США	39,9	9,4	12	11,6
Китай	25,1	4,3	5,5	15,9
Ирак	143,1	3,98	5,1	98
Канада	170,9	3,7	4,7	126

А так как для развития нефтяной отрасли необходимы большие инвестиции, для разведок новых месторождений и залежей, или исследование и внедрение новых технических средств и технологий, необходимо уделить большое внимание альтернативным видам энергии.

Поэтому одним из основных путей развития сельскохозяйственного и лесозаготовительного производства можно считать частичный перевод на альтернативные виды топлива из биомассы, так как это решит проблему замещения нефтяных топлив, значительно расширяет сырьевую базу для получения моторных топлив, облегчит решение вопросов снабжения топливом мобильных и стационарных установок, удаленных от крупных населённых пунктов, в связи с чем можно достигнуть снижения себестоимости производимой продукции при условии самостоятельного производства компонентов или в кооперации с другими производителями.[7,8]

В качестве сырья для получения альтернативных видов топлива привлекательна биомасса, как, например, масличные культуры и отходы перерабатывающих производств.

В результате роста спроса на рициновое масло, которое применяется во многих отраслях и возобновления исследований направленных на селекцию и переработку клещевины появляется смысл исследования рицинового масла и биоэтанола как биоконпонентов для получения дизельного смесового топлива. [7]

Однако вязкость рицинового масла на порядок выше чем у дизельного топлива, поэтому рициновое масло может применяться только в качестве добавки к маловязким компонентам. Добавка дизельного топлива и биоэтанола к рициновому маслу с предварительной подготовкой снижает вязкость, улучшает низкотемпературные свойства и делает пригодной к ее использованию с точки зрения качественного распыла. [9]

Цель исследований: изучить влияние добавки рицинового масла и биоэтанола к дизельному топливу на экономические, мощностные показатели рабочего цикла распространённого дизельного двигателя Д-240 и сравнение полученных показателей с традиционным дизельным топливом.

Методы и материалы исследования Теоретический расчет рабочего цикла дизельного двигателя был проведен по известным методикам используемых в трудах Прокопенко Р.М., Хорош А.И., Баширова Р.М.[5]

Нами был проведен тепловой расчет двигателя Д-240 с использованием 7 смесей с различной концентрацией компонентов: ДТ+ РицМ+ СП соответственно (40х20х40, 40х30х30, 50х25х25, 60х10х30, 60х15х25, 60х20х20, 80х10х10) представленных в таблице 3 [6].

Результаты Расчёт элементарного состава смеси показал, что добавление биоэтанола повышает количество кислорода и водорода в элементарном составе смеси. Так же, предварительно проведенное исследование вязкости смеси выявило, что благодаря добавлению биоэтанола можно увеличить долю рицинового масла без негативного влияния на качество распыла.

Таблица 2 Элементарный состав смесей

№	Показатели	Углерод	Водород	Кислород
		С	Н	О
1	2	3	4	5
1.	ДТ	0,870	0,126	0,004
2.	15%РицМ +85% ДТ	0,8495151	0,1239453	0,0265396
3.	20% РицМ +80% ДТ	0,8426868	0,1232604	0,0340528
4.	25% РицМ +75% ДТ	0,8358585	0,1225755	0,041566
5.	40% ДТ 20% РицМ 40% СП	0,7032584	0,1253704	0,1713712
6.	40% ДТ 30% РицМ 30% СП	0,7244589	0,1234731	0,152068
7.	50% ДТ 25% РицМ 25% Сп	0,74871575	0,12389425	0,12739
8.	60% ДТ 10% РицМ 30% Сп	0,7517721	0,1262127	0,1220152

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
9.	60% ДТ 15% РицМ 25% СП	0,76237235	0,12526405	0,1123636
10.	60% ДТ 20% РицМ 20% Сп	0,7729726	0,1243154	0,102712
11.	80% ДТ 10% РицМ 10% СП	0,8214863	0,1251577	0,053356

По результатам элементарного состава был проведен расчет двигателя по основным его показателям, указанным в таблице №3

Таблица 3 - Показатели рабочего цикла дизельного двигателя при использовании смесей различной концентрации.

№	Показатели	ДТ	40%	40%	50%	60%	60% ДТ	60%	80%
			ДТ 20% РицМ 40% СП	ДТ 30% РицМ 30% СП	ДТ 25% РицМ 25% Сп	ДТ 10% РицМ 30% Сп	15% РицМ 25% СП	ДТ 20% РицМ 20% Сп	ДТ 10% РицМ 10% СП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Теплота сгорания топлива, МДж\кг	42,5	34,964	35,700	36,837	37,238	37,607	37,975	40,249
2.	Теоретическое количество воздуха, кг\кг топлива	14,35	11,68	11,94	12,34	12,48	12,61	12,74	13,54
3.	Коэффициент молекулярного изменения	1,041	1,0589	1,0559	1,0531	1,0531	1,0518	1,0505	1,0456

Продолжение таблицы №2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.	Температура сгорания, °К	2158,0	2149,53	2153,28	2157,4	2156,07	2157,77	2159,3	2165
5.	Среднее эффективное давление, МПа	0,7233	0,718	0,724	0,716	0,715	0,714	0,714	0,711
6.	Эффективный КПД	0,363	0,353	0,356	0,352	0,352	0,352	0,352	0,351
7.	Эффективный удельный расход топлива, г\кВт	233,3	291,48	282,7	276,86	274,114	271,54	269,04	254,15
8.	Эффективная мощность, кВт	63,0	62,61	63,13	62,38	62,307	62,245	62,18	61,93
9.	Изменение мощности, %	-	-0,62%	+0,2 %	- 0,98 %	- 1,1%	-1,2%	-	-1,7%
10.	Изменение удельного расхода топлива, %	-	+24,94 %	+21,2%	+18,67%	+17,49%	+16,36%	+15,32%	+8,94%

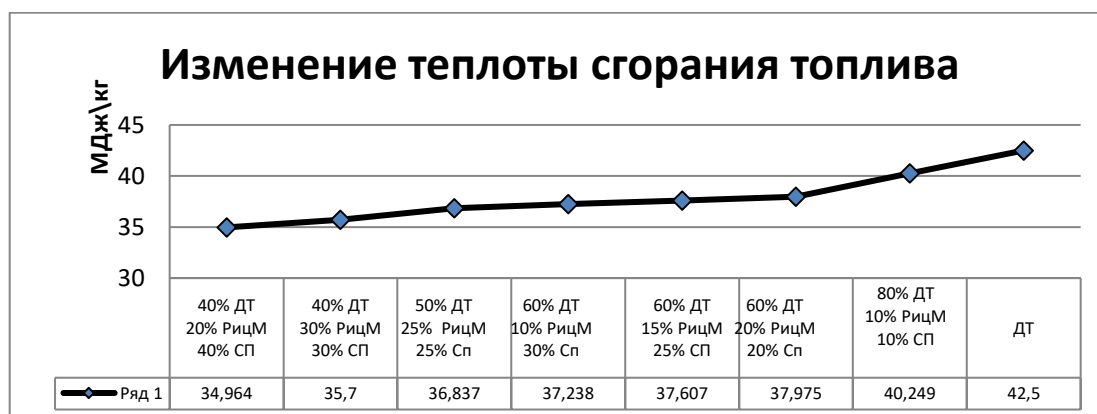


Рисунок 2 - Изменение теплоты сгорания топлива

Из полученных данных видно, что на снижение теплоты сгорания топлива, значительно влияет высокое содержание спирта так, например, смесь 80% ДТ и 20% РицМ имеет теплоту сгорания 40,986 МДж\кг, а аналогичная смесь но с добавлением спирта 80x10x10 уже имеет 40,24 МДж\кг предварительные исследования показали, что благодаря добавлению биоэтанола значительно снижается вязкость смеси, снижается температура помутнения и кристаллизации и делает ее пригодной к использованию в стандартных дизельных системах питания с точки зрения качественного распыла, низкотемпературных свойств.

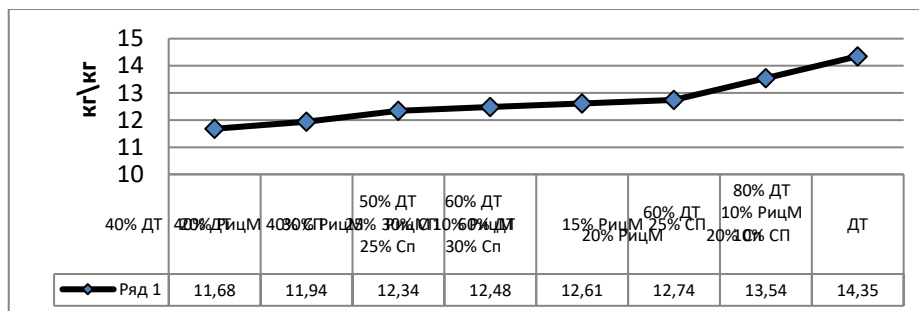


Рисунок 3 - Изменение теоретического количества требуемого воздуха для сгорания

Важной особенностью добавления биоэтанола в смеси ДСТ является снижение требуемого количества воздуха для сжигания 1 кг топлива.

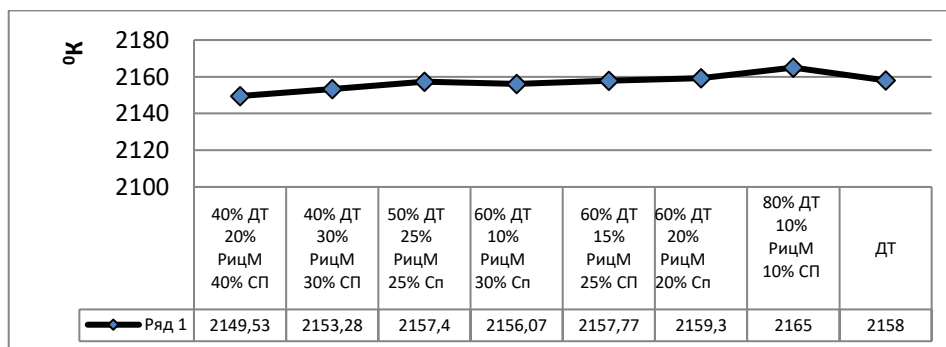


Рисунок 4 - Изменение температуры сгорания смеси

Повышение доли биоэтанола так же влияет и на температуру сгорания выявлено, что чем ниже количества дизельного топлива и выше количество спирта, тем ниже температура сгорания смеси. Но при добавлении суммарно не более 25 % биокомпонентов температура сгорания повышается согласно проведенных расчетов.

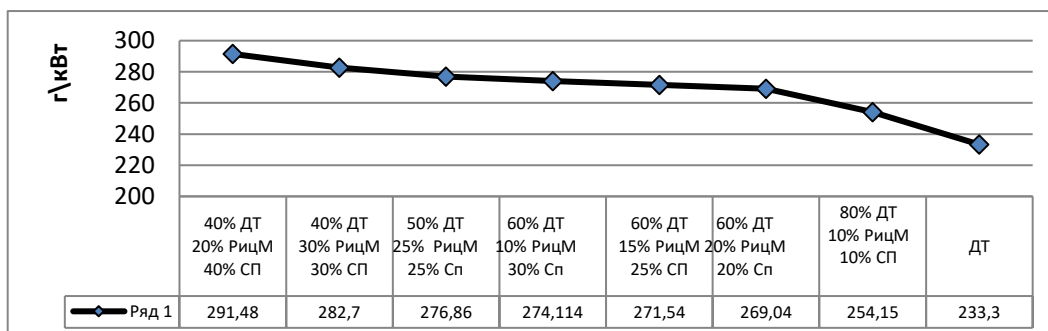


Рисунок 5 - Изменение эффективного удельного расхода топлива

Согласно графику, на значительное увеличение удельного расхода топлива повлияло увеличение доли биоэтанола, если сравнить смеси с содержанием ДТ 60% видно, что удельный расход увеличивается в среднем на 2,5 г \ кВт при изменении доли спирта на каждые 5%

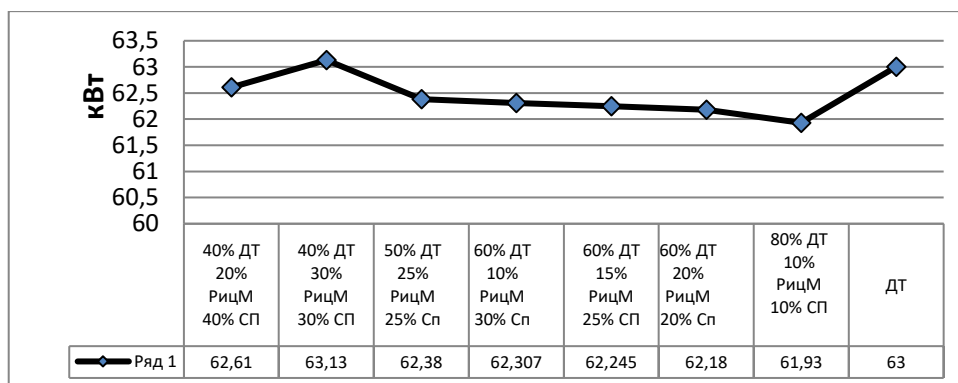


Рисунок 6 – Изменение эффективной мощности

Но наличие спирта благоприятно влияет на мощностные показатели работы ДВС так, исходя из полученных данных на примере смесей с содержанием ДТ 60% видно, что при изменении доли спирта на 5% эффективная мощность увеличивается в среднем на 62-70 Вт.

А при применении смеси 40х30х30 видно увеличение на 0,2% эффективной мощности в сравнении с применением нефтяного дизельного топлива. Что нетипично для альтернативных топлив на основе масел.

Результаты проведенного теоретического расчета показателей работы тракторного дизеля при применении смесового топлива на основе биоэтанола, и масла производимого из клещевины требует проведения моторных испытаний с целью получения объективных данных. [8,9]

Заключение

Проведенные теоретические исследования показывают:

1. В результате снижения требуемого количество воздуха для сгорания смеси происходит значительное изменение коэффициента α - коэффициента избытка воздуха.
2. Добавка биоэтанола позволяет увеличить долю рицинового масла в смеси без негативного влияние на качество распыла.
3. Повышенная доля биокомпонентов позволяет увеличить автономность предприятия и снизить себестоимость выпускаемой продукции.
4. Удельный расход увеличивается в среднем на 2,5 г \ кВт при изменении доли спирта на каждые 5%.
5. При изменении доли спирта на 5% эффективная мощность увеличивается в среднем на 62-70 Вт в сравнении с аналогичными пропорциями РицМ и ДТ без добавки спирта.

6. Выявлено, чем ниже количество дизельного топлива и выше количество спирта, тем ниже температура сгорания смеси. Но при добавлении суммарно не более 25% биокомпонентов температура сгорания повышается согласно проведенным расчетам.

Библиографический список

1. Уханов А. П. Исследование свойств биологических компонентов дизельного смесового топлива / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, И. Ф. Адгамов // Нива Поволжья. - 2014. - №1 (30).
2. Российский парк грузовых автомобилей: основные показатели [Электронный ресурс]. URL: <https://www.autostat.ru/infographics/31621/> (дата обращения: 15.12.2018).
3. Марков В.А. Оптимизация состава смесей нефтяного дизельного топлива с растительными маслами / В.А. Марков, С.Н. Девянин, С.И. Каськов // Известия вузов. Машиностроение. - 2016. - №7 (676).
4. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2015 году» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mnr.gov.ru/docs/> (дата обращения: 15.12.2018).
5. Уханов А. П. Биотопливо для автотракторных дизелей из сафлорового масла / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, И. Ф. Адгамов // Нива Поволжья. - 2016. - №4 (41).
6. Панков Ю.В. Количественные соотношения и свойства смесевых систем углеводородного состава для дизельного двигателя / Ю.В. Панков, Л.А. Новопашин, Л.В. Денежко, А.А. Садов // Аграрный вестник Урала. - 2016. - № 12 (154). С. 72-76.
7. Садов А.А. Актуальность применения многокомпонентного дизельного топлива в настоящее время в Российской Федерации / А.А. Садов // В сборнике: Современные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса. – Саратов. - 2018. - С. 237-241.
8. Садов А.А. Получение и применение касторового (рицинового) масла в странах БРИКС / А.А. Садов, К.М. Потетня // Молодежь и наука. 2018. № 3. С. 89.
9. Денежко Л.В. Исследование рапсовых смесей различного состава в тракторном дизеле / Л.В. Денежко, Л.А. Новопашин, К.А. Асанбеков // Аграрный вестник Урала. - 2015. - № 1 (131). - С. 53-54.

Bibliographic list

1. Ukhanov A. P. Investigation of the properties of the biological components of diesel mixed fuel / A. P. Ukhanov, D. A. Ukhanov, I. F. Adgamov // Niva Volga. - 2014. - No. 1 (30).
2. The Russian fleet of trucks: key indicators [Electronic resource]. URL: <https://www.autostat.ru/infographics/31621/> (accessed: 12/15/2018).
3. Markov V.A. Optimization of the composition of mixtures of petroleum diesel fuel with vegetable oils / V.A. Markov, S.N. Devyanin, S.I. Kaskov // University proceedings. Engineering. - 2016. - No. 7 (676).

4. State report "On the state and use of mineral resources of the Russian Federation in 2015" [Electronic resource]. URL: <http://www.mnr.gov.ru/docs/> (date of access: 12/15/2018).
5. Ukhanov A. P. Biofuel for automotive diesel engines from safflower oil / A. P. Ukhanov, D. A. Ukhanov, I. F. Adgamov // *Volga Niva*. - 2016. - No. 4 (41).
6. Pankov Yu.V. Quantitative relations and properties of mixed systems of hydrocarbon composition for a diesel engine / Yu.V. Pankov, L.A. Novopashin, L.V. Denezhko, A.A. Sadov // *Agrarian Bulletin of the Urals*. - 2016. - No. 12 (154). S. 72-76.
7. Sadov A.A. The relevance of the use of multicomponent diesel fuel currently in the Russian Federation / A.A. Sadov // In the collection: *Modern problems and prospects for the development of agriculture*. - Saratov. - 2018. -- S. 237-241.
8. Sadov A.A. Obtaining and application of castor (ricin) oil in the BRICS countries / A.A. Sadov, K.M. Potetnya // *Youth and science*. 2018. No. 3. P. 89.
9. Denezhko L.V. The study of rapeseed mixtures of various compositions in tractor diesel / L.V. Denezhko, L.A. Novopashin, K.A. Asanbekov // *Agrarian Bulletin of the Urals*. - 2015. - No. 1 (131). - S. 53-54.

**ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И ПСИХОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ СУЖДЕНИЯ
СПЕЦИАЛИСТА**

Панков Юрий Владимирович – кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63,
E-mail: PankovV@yandex.ru)

Новопашин Леонид Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63,
E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

Садов Артем Александрович, старший преподаватель кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Уральский ГАУ
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. 8-996-187-9731, E-mail: artemsadov@yandex.ru)

Потетня Константин Михайлович преподаватель кафедры технологических и транспортных машин ФГБОУ ВО Уральский ГАУ
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 (343) 371-33-63,
E-mail: gto992@mail.ru)

Рецензент **Б.Л. Охотников**, доктор технических наук, профессор, Уральский государственный аграрный университет.

(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел. +7 904-382-35-66)

Ключевые слова: машина, система, диагностика, анализ, синтез, надежность, функциональность, алгоритм, мышление, психология, суждение, умозаключение.

Аннотация

Диагностика машины определяет несоответствия эксплуатационных функций эталону машины. При отказе надежности функций систем машины требованию эксплуатационного состояния нужно отыскать причину отказа. Надежность должна соответствовать характеристикам технического эталона. Специалист механик-эксперт при исследовании использует алгоритм мыслительного процесса в форме суждения. Суждение – одна из форм мышления. Суждение есть связь между двумя понятиями (субъектом и предикатом). Субъект суждения (от лат. subjektum - лежащий в основе). - это понятие о предмете мысли, т.е. то, о чем говорится в данном суждении. Предикат суждения (от лат. слова predikatum – сказанный) выражает значение о признаке предмета мысли, т.е. то, что говорится о субъекте суждения.

Психология изучает развитие суждения как формы абстрактного, логического мышления, а также нарушения логического мышления. Необходимо выявлять психологический механизм, в котором лежит основа связи понятий между собой.

В работе сделана попытка раскрыть психологию процесса мыслительной деятельности специалиста. Определение стратегии действий с помощью общепринятого алгоритма исследования технических систем. Применение процесса «анализа через синтез». Использование привнесенных данных. Накопления и умозрительной обработки большого объема информации и проведения стендовых испытаний. Исследования отклика на внешнее воздействие окружающей среды с последующим суждением состояния технической системы. Суждение определяет приемы восстановительных действий механика. Умозаключение как форма мышления образуется при помощи нескольких суждений. Таким образом, имеющаяся информация дает возможность получать новые знания.

TECHNICAL DIAGNOSTICS AND PSYCHOLOGY OF DEVELOPMENT OF THE SPECIALIST'S JUDGMENT

Y.V. Pankov – candidate of chemistry sciences, associate professor, Ural State Agrarian University (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: PankovV@yandex.ru)

L.A. Novopashin, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Agrarian University (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: novopashin-leonid@ya.ru)

A.A. Sadov — senior lecturer Ural state agrarian University (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 996-187-9731, E-mail: artemsadov@yandex.ru)

K.M. Potetnya teacher of the department of technological and transport machines Ural State Agrarian University (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Liebkecht st., 42 tel. +7 (343) 371-33-63, E-mail: gto992@mail.ru)

Reviewer **B.L. Okhotnikov**, doctor of technical sciences, professor, Ural State Agrarian University. (620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 904-382-35-66;, E-mail: ochotnikovbl@lis.ru)

Keywords: machine, system, diagnostics, analysis, synthesis, reliability, functionality, algorithm, thinking, psychology, judgment, inference.

Annotation

Diagnostics of the machine determines inconsistencies of operational functions with the standard of the machine. In the event of a failure in the reliability of the functions of the machine's systems, the

requirement of the operational state must be found in the cause of failure. Reliability must comply with the technical standard. A specialist mechanical expert in the study uses the algorithm of the thought process in the form of judgment. Judgment is a form of thinking. Judgment is the connection between two concepts (subject and predicate). The subject of judgment (from lat. Subjektum - underlying). is a concept about the subject of thought, i.e. that. what is said in this statement. The predicate of judgment (from the Latin word predikatum - spoken) expresses the meaning of the sign of the object of thought, i.e. what is said about the subject of judgment.

Psychology studies the development of judgment as a form of abstract, logical thinking, as well as a violation of logical thinking. It is necessary to identify the psychological mechanism in which lies the basis for the connection of concepts with each other.

An attempt is made in the work to reveal the psychology of the process of mental activity of a specialist. Determining an action strategy using a generally accepted research algorithm for technical systems. Application of the “analysis through synthesis” process. Use of imported data. Accumulation and speculative processing of a large amount of information and bench tests. Studies of the response to external environmental influences, followed by a judgment of the state of the technical system. The judgment determines the methods of restorative actions of the mechanic. Inference as a form of thinking is formed with the help of several judgments. Thus, the available information makes it possible to gain new knowledge.

Диагностика машины определяет несоответствия надежности машины при отказе функций систем всем требованиям эксплуатационного состояния. Эксперт, диагностирующий состояние качественных характеристик технического устройства владеет логикой суждения. Суждение – одна из форм мышления. Суждение есть связь между двумя понятиями (субъектом и предикатом). Субъект суждения (от лат. subjektum - лежащий в основе). - это понятие о предмете мысли, т.е. то. о чем говорится в данном суждении. Предикат суждения (от лат. слова predikatum – сказанный) выражает значение о признаке предмета мысли, т.е. то, что говорится о субъекте суждения.

Психология изучает развитие суждения как формы абстрактного, логического мышления, а также нарушения логического мышления. Психологией суждения необходимо выявлять психологический механизм, в котором лежит основа связи понятий между собой. Специалист использует знания научных исследований, которые являются его знаниями. Специалист обладает знаниями функциональности изделия и функциональности отдельных элементов исследуемой системы. При диагностике специалист синтезирует суждение, а суждение как форма мысли, связанна с объективной истиной. Суть суждения является единство в нем формы и содержания «... не всякое предложение есть суждение, но лишь то, которое выражает истину или ложь, но не пожелание, вопрос и т.д. (Аристотель, Метафизика)». Основная особенность суждения заключается в том, что оно есть выражение соединения или разъединения вещей посредством соединения или

разъединения понятий. Суждения представляют собой формы мысли, в которых выражаются действительные факты. Суждение есть единство, и поскольку оно таково, оно является формой отражения существующих в объективном мире связей и отношений и суждение признает данное наличие или отсутствие за истину.

Центральная задача психологии эксперта состоит в том, чтобы выявить роль внутренних условий состояния системы в их взаимоотношении с внешними условиями. При этом истинные высказывания эксперта соответствуют действительности, отражают ее материальность, в то время как ложные суждения не выражают ничего, они беспредметны. Беспредметность ложных суждений двояка: либо временна, либо постоянна. Первый случай отражает изменчивость вещей и явлений действительности, второй – ограниченность или поверхностность человеческого знания. На первой стадии обработки объекта диагностики необходимо совершенствовать умения составлять алгоритм определения функциональных свойств системы и ее компонентов. Довольно часто условия диагностического суждения решаемой задачи экспертом проявляются в трех следующих видах: исходные, привнесенные и номинальные (как эталон сравнения).

Исходные условия состояния системы даются в первоначальной словесной формулировке потребителя технического устройства машины, они являются отправным пунктом ее решения. Привнесенные данные используются в том случае, когда зафиксированные в словесной формулировке условия исходных данных оказываются недостаточно. Специалист-эксперт привносит новые внешние данные в формулировку суждения экспертизы. Новые данные, которые он находит нужным использовать, получили название «привнесенных» или «привлеченных». Однако процесс такого привнесения новых данных чрезвычайно сложен, его начальные этапы могут существенно и даже резко отличаться от параметров результативных или итоговых. Новое данное, до того как стать привнесенным в процедуру суждения, должно быть найдено путем предварительного поиска эксперта. Поиск истины может проводиться экспериментально или умозрительно.

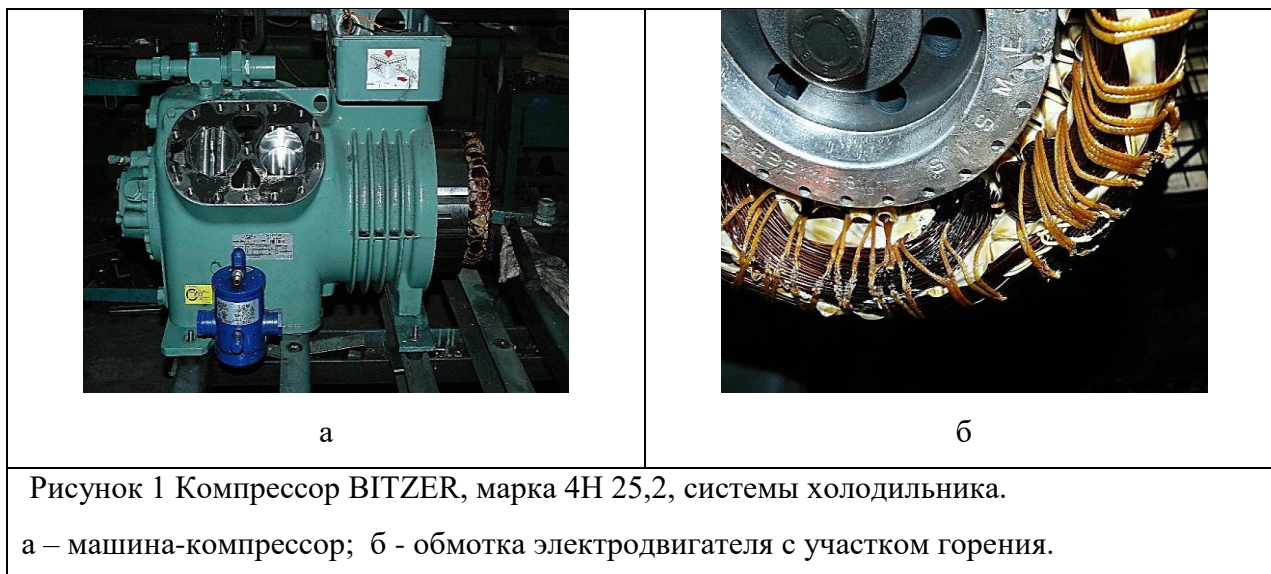
Вот почему в пределах сугубо условного обозначения компонентного строя суждения следует указать на наличие не только привнесенных, но и номинальных данных, которые по мере выявления и уточнения попадают уже в категорию привнесенных. Например, большую роль диагностики изделия приобретает применение классификационных признаков устройства, функциональных свойств изделия и применяемого материала. Классификационные признаки устройства, функциональные свойства изделия и материалы получены путем экспериментальных исследований, поэтому эксперт опосредствовано проводит экспериментальные действия при процессе анализа. Одновременно с процессом функционального анализа (диагностики) изделия проводится синтез модельного представления о структуре (взаимосвязях) в техническом устройстве. Срабатывает мыслительный механизм «анализа через синтез». «Анализ через синтез» по определению С.Л. Рубинштейна психологический аспект определения знаний. Это

осуществляемая в условиях диагностики мыслительная деятельность в процессе анализа, синтеза, абстракции и обобщения. «Механизм» природы эффективного решения экспертной задачи, понимаемый в его включенности в реальный процесс непрерывного взаимодействия субъекта с внешним миром, и составляет основную проблему психологии мышления. Анализ и синтез, а также производные от них – абстракция и обобщение – являются необходимыми понятиями общей теории умственной деятельности и объективного суждения. Указанный основной механизм мышления называется «анализом через синтез» прежде всего потому, что анализ-деление объекта на части и выделение новых свойств в объекте совершается через соединение-синтез исследуемого объекта с другими предметами и явлениями при условии объективных ограничений. Из этой трактовки «анализ через синтез» механизма мышления следует, что объект, в процессе мышления, включается во все новые связи, в силу чего выступает во все новых качествах, которые фиксируются в новых понятиях. Из объекта как бы вычерпываются новое содержание, он как бы поворачивается каждый раз другой своей стороной, в нем выявляются и высказываются (предикат) неизвестные ранее свойства. Такой подход «анализа через синтез» особенно актуален при экспертизе наиболее сложных технических устройств. С позиции такого подхода в процессе диагностики, возможно, обнаруживать разные свойства вещей и их структурных элементов, находящихся в неодинаковых связях и отношениях. Это свойство объективной действительности и лежит в основе мышления, осуществляемого путем анализа через синтез, который обеспечивает включение исходных объектов мысли (предметов и явлений реальной действительности) в новые системы связей. Но именно в решении задачи диагностики элементы всех связей реальных систем, т.е. синтеза оказываются особенно ощутимыми. Набор информации привнесенных данных при известных специалисту условиях позволит быстро построить модель связей и функциональных свойств. Одного субъективного знания эксперта довольно часто оказывается достаточно, если он использует привнесенные данные. Из этого принципиально важного методологического положения следует, что психологический аспект решаемой задачи проявляется в роли организатора тех внешних условий, исходных и привнесенных данных, которые необходимым образом вызывают мышление. Поставить, сформулировать и приступить к суждению – это значит найти проявление тех внешних ситуативных обстоятельств, через которые обеспечивается умственная активность человека и личностная целеустремленность.

При первом знакомстве со структурно-компоновочной характеристикой технической системы эксперт определяет номинальные данные системы – этот термин характеризует определенный компонент устройства, как эталон сравнения на стадии экспертного суждения. Например, диагностика компрессора BITZER, марка 4H 25,2 системы холодильника проводимого в последовательности аналитического алгоритма составления суждения.

Алгоритм суждения (умозаключения) состоит из пяти шагов. Первым шагом суждения устанавливается функциональность технического устройства. Компрессор предназначен для сжатия газа–фреона.

Вторым шагом суждения определяется структурно-конструктивная функция. Компрессор полностью укомплектован и правильно подключен.



Третьим шагом суждения исследуется потоковая функция системы. Компрессору подавалась электроэнергия. Энергия подавалась как неравномерная с пониженным напряжением. Величина тока цепи обмоток двигателя снижалась. Статор не мог вращать ротор с коленчатым валом компрессора. Обмотка превращалась в нагревательный элемент. Четвертый шаг- это цифровые эталонные (номинальные) параметры эксплуатационного состояния системы. Пятый шаг – умозаключение как интегральное суждение диагностики технического устройства. Номинальные данные системы переходят в разряд привнесенных данных. Формулируется умозаключение (вывод). При торможении ротора обмотка двигателя нагревалась. Лак изоляции испарялся. Произошло короткое замыкание.

Диагностические исследования могут быть не разрушающего или разрушающего свойства. Органолептическое исследование – это эксперимент не разрушающего действия. Свойства изделия изучаются рецепторами органов осязания. Все виды аналитического действия дополняют «экспериментальное» изучение реального тела к тренированным ощущениям осязания. Осуществляется синтез информации. К таким действиям можно отнести привнесенные данные всех источников информации. Справочники, технические монографии и источники информации по технологическим операциям. Информация получения материала изделия. Применение приборов и приспособлений при проведении эксперимента создают условия исследований не разрушающего действия. Таким образом, при всех видах исследований, эксперт производит некое моделирование качественных свойств изделия, которое должно отвечать реальному изделию или по каким-то признакам функционально не совпадать с реальным телом.

Реальные тела обладают характерными физическими, химическими или механическими свойствами. Все эти свойства обязательно проявляются при эксплуатации изделия. Очень важно чтобы условия окружающей среды соответствовали области применения изделия. Нарушение условий эксплуатации становится новым экспериментом для изделия и меняет его свойства. Если изделие обладает достаточным запасом прочности и надежности внешнее физическое или механическое воздействие не закончится процессом разрушения. Эксперт обязан разбираться в физическом и механическом поведении материала реального изделия. Их поведение можно описать с помощью моделирующих уравнений, которые помимо параметров физики и механики реального тела (таких как напряжение или деформация) изделия содержат “материальные параметры”, характеризующие сам материал.

Свои подходы при экспертизе сложного устройства требуется участие привнесенных данных. Необходимо включать свои знания. Включать рекомендации справочной литературы. Проводить эксперимент. Изучение – это «анализ через синтез» - всех взаимодействий отдельно выделенных узлов в работающем устройстве как функционально зависимых. Указанный основной механизм мышления называется «анализом через синтез» прежде всего потому, что деление объекта на части (анализ) и выделение новых свойств в объекте совершается через соединение (синтез) исследуемого объекта с другими предметами и явлениями при условии объективных ограничений.

Изделие имеет материальную часть. Материал имеет структуру со специфическими физическими, химическими и механическими свойствами. Исследование сложного устройства требует знания о первоначальном состоянии, созданном для выполнения функциональных действий. Поведение материала изделия в различных условиях окружающей среды и механического воздействия становится понимаемым. Становятся понятными отклики на внешнее воздействие активных сил и границы условий внешнего воздействия. Полученные выводы ложатся в суждение, заключение и определяет приемы восстановительных действий механика. Умозаключение как форма мышления образуется при помощи нескольких суждений. Таким образом, имеющаяся информация после исследований дает возможность получать новые знания.

Библиографический список

1. Мозгиус - журнал о головном мозге. <http://mozgius.ru/psihologia/o-myshlenii/formy-myshleniya.html>.
2. Барбара Оакли. Думай как математик. Как решать любые задачи быстрее и эффективнее «Альпина Паблишер». 2015. – 284 с.
3. Технические средства диагностирования: Справочник/В.В. Ключев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук и др. Под общ. ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1989. – 672 с. ил.

4. Статистические методы в инженерных исследованиях (лабораторный практикум): Учеб. пособие /Бородюк В.П., Вошин А.П., Иванов А.З. и др.; Под. Ред. Г.К. Круга. - М.: Высш. Школа, 1983. – 216 с. ил.
5. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб. Пособие для студентов втузов. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.: ил.
6. Инженеру об изобретении. Под ред. Е.Л. Макеева. М., Атомиздат, 1974 (Авт.: Зенкин Н.М., Казанский М.Н., Макеев Е.Л., Финешин Н.П.) 280 с.
7. Тихомиров О.К. Принципы избирательности в мышлении. «Вопросы психологии», 1965, №6.
8. С.Л. Рубинштейн Принципы и пути развития психологии. М., изд-во АН СССР. 1959;
9. Матюшкин А.М. Исследование психологических закономерностей процесса анализа. «Вопросы психологии», 1960, №3;

Bibliographic list

1. Brain - a magazine about the brain. <http://mozgius.ru/psihologia/o-myshlenii/formy-myshleniya.html>.
2. Barbara Oakley. Think ka mathematician. How to solve any problems faster and more efficiently Alpina Publisher. 2015 .-- 284 p.
3. Technical diagnostic tools: Reference / V.V. Klyuev, P.P. Parkhomenko, V.E. Abramchuk and others. Under the general. ed. V.V. Klyueva. - М.: Mechanical Engineering, 1989 .-- 672 p. silt
4. Statistical methods in engineering research (laboratory workshop): Textbook. allowance / Borodyuk V.P., Voshchin A.P. Ivanov A.Z. and etc.; Under. Ed. G.K. Circle. - М.: Higher. School, 1983. - 216 p. silt
5. Polovinkin A.I. Fundamentals of engineering: Textbook. Manual for students of technical colleges. - М.: Mechanical Engineering, 1988 .-- 368 p.: Ill.
6. An engineer about an invention. Ed. E.L. Makeeva. М., Atomizdat, 1974 (Aut.: Zenkin N.M., Kazansky M.N. Makeev E.L., Fineshin N.P.) 280 p.
7. Tikhomirov O.K. The principles of selectivity in thinking. "Questions of Psychology", 1965, No. 6.
8. S.L. Rubinstein Principles and ways of development of psychology. М., publishing house of the Academy of Sciences of the USSR. 1959;
9. Matyushkin A.M. The study of the psychological laws of the analysis process. "Questions of Psychology", 1960, No. 3;

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПАС-3D В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Бердюгина Ольга Владимировна — доцент кафедры технологических и транспортных машин УрГАУ (620075 Свердловская область, Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42, тел. Уральский государственный аграрный университет, [E-mail: berdyuginao@yandex.ru](mailto:berdyuginao@yandex.ru))

Стриганова Лариса Юрьевна — кандидат педагогических наук, доцент кафедры инженерной графики УрФУ (620002 Свердловская область, Екатеринбург, ул. Мира, 19, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, тел. +7(343) 375-45-79 [E-mail: L.J.Striganova@urfu.ru](mailto:L.J.Striganova@urfu.ru))

Рецензент **Б.Л. Охотников** — доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет.
(620075 Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42 тел., +7 904-382-35-66 [E-mail: ochotnikovbl@lis.ru](mailto:ochotnikovbl@lis.ru))

Ключевые слова: система автоматизированного проектирования, трехмерное моделирование КОМПАС-3D, дисциплины: Начертательная геометрия, Инженерная графика и Информационные технологии в профессиональной деятельности, агроинженер.

Аннотация

Применение САПР КОМПАС позволяет совершенствовать процесс преподавания многих общеинженерных дисциплин. К таким дисциплинам относятся Начертательная геометрия, Инженерная графика и Информационные технологии в профессиональной деятельности на которых основан процесс формирования навыков проектирования в образовании агроинженеров. Динамичное изменение в содержании, формах и методах организации учебно-воспитательного процесса при применении САПР КОМПАС дает возможность формировать профессиональную инженерную компетентность будущих агроинженеров, что делает их конкурентоспособными специалистами.

APPLICATION OF COMPASS-3D AUTOMATED DESIGN SYSTEM IN PREPARATION OF ENGINEERS OF AGRICULTURAL PRODUCTION

O.V. Berdyugina — Associate Professor, Department of Technological and Transport Machines, Ural State Agrarian University (620075 Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, Karl Liebknecht St., 42, tel. Ural State Agrarian University, [E-mail: berdyuginao@yandex.ru](mailto:berdyuginao@yandex.ru))

L. Y. Striganova — candidate of pedagogical sciences, associate professor of the Department of Engineering Graphics, UrFU (620002 Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, 19 Mira St., Ural Federal

University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, tel. +7 (343) 375-45- 79 E-mail: LJStriganova@urfu.ru)

Reviewer **B.L. Okhotnikov** — doctor of technical sciences, professor, professor of the TM and RM department, Ural State Agrarian University.

(620075 Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Karl Libknecht str., 42 tel. +7 904-382-35-66, E-mail: ochotnikovbl@lis.ru)

Keywords: computer-aided design system, three-dimensional modeling COMPASS-3D, disciplines: descriptive geometry, Engineering graphics and Information technology in professional activities, agricultural engineer.

Abstract: the use of CAD COMPASS allows to improve the process of teaching many General engineering disciplines. Such disciplines include descriptive geometry, Engineering graphics and Information technology in professional activity on which the process of formation of design skills in the education of agricultural engineers is based. The dynamic change in the content, forms and methods of organization of the educational process in the application of CAD COMPASS makes it possible to form professional engineering competence of future agricultural engineers, which makes them competitive specialists.

Современная производственная деятельность агроинженера предъявляет высокие требования к специалистам, которых готовят аграрные ВУЗы. В соответствии с Указом Президента РФ от 07.05.2018 г. № 204 основными задачами в сфере образования в ближайшие годы являются внедрение на всех уровнях образования новых образовательных технологий, а также «модернизация профессионального образования, в том числе посредством внедрения адаптивных, практико-ориентированных и гибких образовательных программ» [1].

Для подготовки конкурентоспособных специалистов для сельского хозяйства и предприятий агропромышленного комплекса, которые используют в своей работе компьютерные информационные технологии и вычислительную технику, необходимо, в процесс их обучения вводить специальное программное обеспечение, в том числе автоматизированного процесса проектирования.

К настоящему времени, бурный рост информационных технологий и внедрение САПР (систем автоматизированного проектирования) во все сферы жизнедеятельности с одной стороны, и логичное отставание от них традиционного академического подхода в передаче знаний, опыта деятельности при подготовке агроинженера с другой стороны, определили проблему, которую можно решить путем модернизации образовательного процесса при подготовке инженеров аграрного производства.

С целью определения путей модернизации процесса обучения студентов младших курсов агроинженерного направления, были выбраны дисциплины: «Начертательная геометрия», «Инженерная графика» и «Информационные технологии в профессиональной деятельности».

Средством модернизации были программные продукты для проектирования, конструирования и черчения, разработанные компанией «АСКОН».

Современные САПР направлены на создание компьютерной модели, которая является аналогом изготовления макета изделия или первого образца, что значительно уменьшает затраты материалов, труда и средств в создании различных механизмов, машин и их деталей.

Сейчас существует большое количество различных систем автоматизированного проектирования. Но учитывая, что после введения взаимных санкций между Россией и странами Запада, с 2014 года в России декларируется курс на импортозамещение, поэтому стало актуальным применение систем автоматизированного проектирования разработанных именно в России.

Российской компанией «Инженерное проектное объединение для проектирования, производства и бизнеса «АСКОН» разработана система программы КОМПАС, которая содержит две подсистемы: подсистему трехмерного моделирования КОМПАС-3D для создания объемных моделей твердых тел, и подсистему КОМПАС – ГРАФИК, предназначенную для работы с чертежами, схемами и планами. Данная САПР заняла первые позиции в машиностроении, приборостроении, электротехнике, электронике, сфере информационных технологий, а также в технологическом проектировании. Программные продукты для проектирования, конструирования и черчения, разработанные компанией «АСКОН», стали основными при автоматизации процессов проектирования для большинства предприятий различных направлений экономики. Программа КОМПАС начинает завоевывать первые позиции и при инженерных расчетах в сельскохозяйственном производстве. Популярность программы объясняется многими ее функциональными возможностями: простотой освоения сопровождения и модификации; широта охвата задач проектирования; удобство работы; наличие широкой библиотечной поддержки стандартных решений; унифицированность; удобство инструментов; доступность технической поддержки, соответствие отечественной методологии проектирования и стандартам на оформление документации; доступность справочной информации и руководства пользователя на русском языке; минимальное время освоения; льготная ценовая политика и низкая стоимость владения. Кроме того, система КОМПАС-3D совместима с 3D-принтерами для управления процессом печати. 3D-печать является инструментом прототипирования, то есть быстрого изготовления моделей и объектов для дальнейшего совершенствования. Уже на этапе проектирования можно кардинальным образом изменить конструкцию узла или объекта в целом. В инженерии такой подход способен существенно снизить затраты в производстве и освоении новой продукции [2]. В учебном процессе 3D-печать становится незаменимой при изготовлении учебных моделей и изучения конструктивных особенностей сложных механизмов, т. к. конструкция из прозрачного материала позволяет увидеть работу механизма изнутри.

При подготовке инженера аграрного производства прежде всего необходимо, сформировать его способность читать, выполнять чертежи деталей и сборочных единиц, умения оформлять

конструкторскую документацию на основе стандартов ЕСКД (Единой системы конструкторской документации), развивать пространственное мышление. Эти задачи осуществляются при изучении дисциплин «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика». Традиционно методика преподавания этих дисциплин основывалась на применении студентами чертежных инструментов. Развитие информационных технологий и 2D-проектирования изменило методику преподавания дисциплин. Сегодня линейка, карандаш и циркуль считаются устаревшими, хотя владение традиционными инструментами выполнения чертежей останется необходимым умением инженера. На наш взгляд, в курсе начертательной геометрии педагог имеет возможность активно применять возможности КОМПАС в процессе преподавания, иллюстрируя, например, процесс пересечения поверхностей в реальном времени. В Инженерную графику необходимо включить раздел изучения 2D-проектирования и основ 3D-моделирования. [3] У студентов при этом будут формироваться элементарные умения преобразовывать форму предметов, изменять их положение и ориентацию в пространстве, что развивает пространственное воображение и мышление обучающегося. Продолжение проектирования и моделирования возможно в курсе «Информационные технологии в профессиональной деятельности». В рамках другого исследования целесообразно рассмотреть методику преподавания графических дисциплин с применением возможностей КОМПАС и сохранением соотношения ручного черчения 2D-проектирования и 3D-моделирования.

Использование КОМПАС в графической деятельности поднимает на качественно новый уровень учебный процесс. С точки зрения студента в чертеж, выполненный с помощью САПР, проще вносить изменения, исправлять ошибки и неточности в выполненной работе. Студенты имеют хорошую возможность расширить свои представления о чертежно-конструкторской деятельности, повторить и обобщить весь курс начертательной геометрии, повысить качество графической культуры. Основным недостатком 2D-проектирования состоит в том, что чертежи не дают полного визуального представления об изучаемых пространственных объектах, технических деталях и механизмах, а изучить их в реальных условиях не всегда представляется возможным. [4] Трудности также появляются в методике при отсутствии наглядных пособий: макетов пересекающихся поверхностей, литых и механически обработанных деталей, сборочных единиц и различных механизмов. Поэтому преподаватель часто самостоятельно создает трехмерные модели объектов и использует их в процессе обучения, что способствует пониманию изучаемого материала студентами.

Методика преподавания дисциплины «Информационные технологии в профессиональной деятельности» при подготовке инженеров аграрного производства полностью основана на работе студента в программных продуктах для проектирования, конструирования и черчения. Основной целью изучения дисциплины является формирование способности использовать современные программные средства подготовки конструкторско-технологической документации для аграрного производства. Здесь выступает на первый план практико-ориентированное обучение студентов,

которые применяют знания начертательной геометрии и инженерной графики при решении задач профессиональной направленности на основе подсистем КОМПАС. При помощи КОМПАС-3D-моделирования студенты создают трехмерный объект и ассоциативный чертеж детали. [5] Затем осуществляется переход к построению сборочных единиц, которые входят в состав изделия. Студентам предлагается в группе из трех человек выполнить модели деталей к одному изделию. При этом каждый студент проектирует свою деталь, а сборка выполняется совместно. В процессе работы должны проявиться умения не только на построение плоскостных чертежей, трехмерных моделей деталей и навыки работы с библиотеками, но и такие личностные качества, как умение работать в команде, критичность мышления, анализ и синтез. Также в рамках дисциплины студенты выполняют учебный проект, где получают результат своей деятельности в материале непосредственно в процессе обучения, используя 3D-принтер.

С точки зрения преподавателя КОМПАС-3D позволяет активизировать работу студента, организуя переключение внимания с одного вида деятельности на другой. Во время занятия преподаватель демонстрирует разные объекты в интерактивном режиме, рассматривая ортогональные проекции с выбором необходимого отображения. У обучаемых расширяется кругозор, при этом повышается образовательный уровень, самооценка, совершенствуются навыки самостоятельной работы и развивается образность и критичность мышления.

Навыки работы с системой автоматизированного проектирования оказывает большую помощь студенту при выполнении курсовых работ и проектов по специальным дисциплинам, а также в оформлении материалов рефератов и статей. И главное, что полученные знания и умения по трехмерному моделированию являются залогом успешного выполнения студентами выпускной квалификационной работы и приобретения основ профессионального самоопределения.

Для успешной организации учебного процесса и его модернизации недостаточно иметь самые современные программы и технические средства промышленного назначения, необходимо обеспечить студентов и преподавателей соответствующим учебно-методическим обеспечением высокого уровня.

Таким образом, применение системы автоматизированного проектирования КОМПАС-3D в процессе подготовки инженеров аграрного производства повышает качество знаний и умений студентов, во многом способствуя развитию когнитивных способностей личности, стремлению к самосовершенствованию, формированию профессиональной инженерной компетентности будущих специалистов, а также динамичному изменению содержания, форм и методов организации учебно-воспитательного процесса в аграрном университете.

Знание САПР КОМПАС будет способствовать адаптации выпускников в новых автоматизированных конструкторских технологиях и применять их на предприятиях агропромышленного комплекса.

Библиографический список

1. Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 «О национальных целях стратегических задач развития Российской Федерации на период до 2024 года» – URL: <https://kremlin.ru/acrs/news/57425>
2. Белоусова А. И., Помеляйко С. А., Белоусов С. В. Интеграция программы КОМПАС 3D в моделирование конструкций и процессов АПК при обучении в сельскохозяйственном вузе [Текст] // Инновационные педагогические технологии: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Казань, май 2016 г.). – Казань: Бук, 2016. – С. 137-139. – URL <https://moluch.ru/conf/ped/archive/190/10425/>
3. Ваншина, Е.А. Технология создания ассоциативных чертежей по инженерной графике на основе трехмерного моделирования / Е.А. Ваншина, В.В. Ваншин // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2017. – № 2. – С. 59-63. – ISSN 2077-7175. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/301044>
4. Романов Д.В., Нечаева О.Г. Когнитивный аспект трехмерного моделирования в структуре подготовки студентов агроинженерного вуза // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – № 3, 2011. – С. 91-94. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/kognitivnyy-aspekt-trehmernogo-modelirovaniya-v-strukture-podgotovki-studentov-agroinzhenerного-vuza>
5. Лейкова, М.В. Инженерная компьютерная графика: методика решения проекционных задач с применением 3D-моделирования: учебное пособие / М.В. Лейкова, И.В. Бычкова. – Москва: МИСИС, 2016. – 92 с. – ISBN 978-5-87623-983-9. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/93600>

Bibliographic list

1. Decree of the President of the Russian Federation No. 204 dated 05/07/2018 "On the national goals of the strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period until 2024" - URL: <https://kremlin.ru/acrs/news/57425>
2. Belousova A. I., Pomelyaiko S. A., Belousov S. V. Integration of the KOMPAS 3D program in modeling the structures and processes of agriculture during training at an agricultural university [Text] // Innovative pedagogical technologies: materials of the IV Intern. scientific conf. (Kazan, May 2016). - Kazan: Buk, 2016. -- S. 137-139. - URL <https://moluch.ru/conf/ped/archive/190/10425/>
3. Vanshina, EA The technology of creating associative drawings on engineering graphics based on three-dimensional modeling / E.A. Vanshina, V.V. Vanshin // Intellect. Innovation Investments. - 2017. - No. 2. - S. 59-63. - ISSN 2077-7175. - Text: electronic // "Doe" electronic library system: [site]. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/301044>

4. Romanov D.V., Nechaeva O.G. The cognitive aspect of three-dimensional modeling in the structure of the training of students of an agroengineering university // Vestnik FGOU VPO MGAU. - No. 3, 2011. - S. 91-94. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/kognitivnyy-aspekt-trehmernogo-modelirovaniya-v-strukture-podgotovki-studentov-agroinzhenerenogo-vuza>
5. Leikova, M.V. Computer engineering engineering: a technique for solving projection problems using 3D modeling: a training manual / M.V. Leikova, I.V. Bychkova. - Moscow: MISIS, 2016. -- 92 p. - ISBN 978-5-87623-983-9. - Text: electronic // "Doe" electronic library system: [site]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/93600>