



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

АГРОПАНОРАМА

№ 2/2009

В номере:

*Расчет параметров вращения
универсального карданного
шарнира*

*Повышение эффективности ухода за
промышленными клюквенными чеками
совершенствованием технологии срезания
с измельчением сорной растительности*

*Влияние размеров гофров предизолированных
труб Касафлекс на гидравлические режимы*

*Анализ результатов работы топливного
насоса высокого давления на смесях
рапсового масла с дизельным
топливом*



НАУЧНО—ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

А Г Р О П А Н О Р А М А

Приказом председателя ВАК от 4 июля 2005 г. № 101 журнал «Агропанорама» включен в список изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственным и техническим наукам (сельскохозяйственное машиностроение, транспорт, геоэкология, энергетика).

Журнал «Агропанорама» выходит 1 раз в два месяца, распространяется по подписке и продается в розницу в киоске Белорусского государственного аграрного технического университета. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков – 74884, предприятий и организаций – 748842.

Стоимость подписки на второе полугодие: для индивидуальных подписчиков – 26670 руб., для организаций и учреждений – 52599 руб.

Белорусский аграрный технический университет и редакция научно-технического издания для работников агропромышленного комплекса «Агропанорама» приглашает к сотрудничеству представителей академической, вузовской, отраслевой науки и производства. Надеемся видеть ваших докторантов, аспирантов, соискателей и магистрантов среди подписчиков и авторов статей «Агропанорамы». Мы предоставим Вам возможность высказать свою точку зрения на самые важные процессы развития научно-технического прогресса, поделиться опытом эффективного использования творческих достижений. Рассмотрим предложения по выпуску специальных номеров журнала.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

При предъявлении копии годовой (полугодовой) подписной квитанции на наш журнал, статьи рассматриваются в режиме наибольшего благоприятствования.

Телефоны редакции: 267-22-14; 267-61-21.

АГРОПАНОРАМА 2` (72) 2009

Издается с апреля 1997 г.

Научно-технический журнал
для работников
агропромышленного комплекса.
Зарегистрирован Госкомитетом
республики Беларусь по печати.
Регистрационный номер № 381.

Учредитель
Учреждение образования
«Белорусский государственный
аграрный технический университет»

Редколлегия:

Казаровец Н.В. – гл. редактор;
Прицепов М.А. – зам. гл. редактора;
Цындрина Н.И. – редактор.

Члены редколлегии:

Богдевич И.М.
Гануш Г.И.
Герасимович Л.С.
Дашков В.Н.
Забелло Е.П.
Казакевич П.П.
Карташевич А.Н.
Степук Л.Я.
Тимошенко В.Н.
Шило И.Н.
Шпак А.П.

Менеджер
Леван В.Г.
Компьютерная верстка
Медведев В.С.

Адрес редакции:

Минск, пр-т Независимости, д.99/1, к.333
Тел. (017) 267-61-21, 267-22-14
Факс (017) 267-34-74
E-mail: pva.nich@batu.edu.by

БГАТУ, 2006, Издание университетское.
Формат издания 60 x 84 1/8.
Подписано в печать с готового оригинала-
макета 17.04.2009 г.
Печать офсетная. Тираж 500 экз.
Зак. № 387 от 17.04.2009 г.
Статьи рецензируются. Отпечатано в ИПЦ
БГАТУ по адресу: г. Минск,
пр-т. Независимости, 99, к.2
Выходит один раз в два месяца.

Подписной индекс в каталоге «Белпочта» - 74884.

При перепечатке или использовании
публикаций согласование с редакцией
и ссылка на журнал обязательны.
Ответственность за достоверность
рекламных материалов несет
рекламодатель.

ЧИТАЙТЕ В НОМЕРЕ

Сельскохозяйственное машиностроение Металлообработка

- В.И. Ходосевич, Ю.Н. Силкович, Н.П. Гурнович**
Расчет параметров вращения универсального карданного шарнира.....5
- Н.А. Горбацевич, О.В. Макуть**
Опыт разработки семейства роторных граблей-валкователей7

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства

- Л.В. Мисун, А.А. Бабак**
Повышение эффективности ухода за промышленными клековенными чеками совершенствованием технологии срезания с измельчением сорной растительности.....11

Технологии переработки продукции АПК

- В.А. Пашинский, Н.Ф. Бондарь, О.В. Бондарчук**
Увеличение амилолитической активности солода.....17
- А.Б. Торган, И.Е. Дацук**
Совершенствование конструкции матрицы шнекового макаронного пресса.....21

Ресурсосбережение. Экология

- М.М. Радько, Д.Е. Радько, М.М. Усов**
Ресурсосберегающие технологии – залог успеха рыбной отрасли Республики Беларусь.....25
- Ж.В. Кошак, А.В. Иванов, А.Э. Кошак**
Исследование энергоемкости процесса гранулирования при производстве комбикорма для птицы.....28
- В.А. Коротинский, Н.К. Зайцева, С.И. Саница, Н.В. Рехтик, Н.П. Воробей**
Влияние размеров гофров предизолированных труб Касафлекс на гидравлические режимы.....30

Технический сервис в АПК Экономика

- А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка, С. А. Плотников**
Анализ результатов работы топливного насоса высокого давления на смесях рапсового масла с дизельным топливом.....34
- Н.А. Поздняков, Т.А. Варфоломеева**
Моделирование и результаты расчетных исследований системы рециркуляции отработавших газов дизельного двигателя.....38

Аграрное образование

- Н.Д. Джига, О.В. Джига**
Прогнозирование профпригодности.....43



Казаровец Николай Владимирович

К 60-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, члена-корреспондента НАН Беларуси, ректора Белорусского государственного аграрного технического университета

Николай Владимирович Казаровец родился 26 марта 1949 года в д. Харки Поставского района Витебской области.

После окончания Витебского ветеринарного института с 1977 по 1980 годы работал главным зоотехником совхоза «Новоселки», с 1980 по 1987 – директором совхоза «Мышанка» Петриковского района Гомельской области.

С 1980 по 1984 годы Н.В. Казаровец заочно учился в аспирантуре при БелНИИЖе и в 1984 году успешно защитил кандидатскую диссертацию. С 1987 по 2000 годы

работал в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии в должностях старшего преподавателя (1987-1990 гг.), доцента, заместителя декана (1990-1994 гг.), декана зооинженерного факультета (1994-2000 гг.). За время работы Николая Владимировича деканом на факультете 14 человек защитили кандидатские диссертационные работы и 5 – докторские. Повысилась успеваемость студентов.

Будучи деканом, Н.В. Казаровец возглавил научный коллектив «Селекционер». По материалам проведенных исследований разработана «Комплексная программа по созданию высокопродуктивных стад в молочном скотоводстве Могилевской области». Разработаны и внедрены организационно-зоотехнические мероприятия по созданию высокопродуктивных дойных стад, компьютерные программы «Инбридинг», «Корреляция» и «Отбор».

Селекционная работа научного коллектива «Селекционер» под руководством профессора Н.В. Казаровца, исследовательская работа, проведенная в Могилевской области, стали составляющей частью общей работы по выведению и последующему улучшению качеств белорусской черно-пестрой породы, проводимой учеными лаборатории молочного скота, возглавляемой профессором М. П. Гринем.

В 1999 году Н.В. Казаровец защитил докторскую диссертацию по теме «Система совершенствования черно-пестрого скота на основе принципов крупномасштабной селекции». Основная научная деятельность направляется на создание системы племенной работы в молочном скотоводстве. На уровне популяции и племенных стад разрабатываются приемы и методы селекции, обеспечивающие максимальный генетико-экономический эффект, предложен оптимальный вариант организации племенной базы и генетической структуры популяции молочного скота. Под руководством Н.В. Казаровца освоена в производстве 21 научная разработка и 17 рекомендаций.

Николаем Владимировичем подготовлено и опубликовано 8 монографий, свыше 310 учебно-методических пособий и научных работ, в том числе 24 – в иностранных научных журналах. Приняты и прошли экспертизу заявки на выдачу 9 патентов Республики Беларусь на изобретения. Подготовлено 2 кандидата наук, в настоящее время под его руководством выполняют диссертационные работы 4 аспиранта и 1 докторант.

В 2000-2003гг. Н.В. Казаровец работал начальником Главного управления образования, науки и кадров, затем преобразованного в Департамент образования, науки и кадров Минсельхозпрода. Под руководством Николая Владимировича разработаны и реализованы программы развития аграрного образования на 2000–2005 годы, непрерывной подготовки научных и педагогических кадров для средних

специальных учебных заведений в рамках объединения «ВУЗ–ССУЗ», выработана «Инновационная политика высших учебных заведений аграрного профиля». Руководством в практической работе аграрных вузов стали разработанные департаментом «Направления совершенствования аграрного образования в Республике Беларусь», «Рекомендации по организации инновационной деятельности в высших учебных заведениях системы АПК», изданное пособие «Интеграция аграрного образования, науки и производства». Произведена структурная перестройка системы аграрного образования, обеспечен значительный рост объемов финансирования вузовской науки, организовано издание информационного вестника «Аграрное образование».

С 26 декабря 2003 года Н.В. Казаровец работает ректором Учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет». В это время придается современный вид университетскому городку, актовому залу, библиотеке, студенческой столовой, аудиториям и лабораториям, физкультурно-спортивному комплексу. В 2005–2008 гг. в строительство, текущий и капитальный ремонты, приобретение основных фондов вложено 18,6 млрд. рублей. Отремонтировано 66 аудиторий, 68 лабораторий, 136 кабинетов. Закуплена мебель на сумму 420 млн. рублей. Проведена большая работа по ремонту кровли учебных корпусов и общежитий. Заменены теплотрассы к ряду общежитий и корпусов, системы теплоснабжения. Тепловые пункты оснащены приборами учета и автоматическими системами регулировки подачи теплоносителя, произведена тепловая реабилитация зданий с заменой входных групп и окон. Во всех учебных корпусах и общежитиях смонтированы пожарная сигнализация и система оповещения о пожаре. Благоустроена территория университетского городка.

Активно внедряются информационно-телекоммуникационные системы. В университете функционируют 22 компьютерных класса. Совершенствуется учебно-воспитательный процесс. Внедрение новейших педагогических технологий, научно-методического обеспечения нового поколения, блочно-модульное обучение, тестовый контроль знаний, компьютеризация и использование при обучении технических средств – прочно вошли в повседневную жизнь университета. В 2008 г. по итогам городского смотра-конкурса идеологической и воспитательной работы в вузах БГАТУ занял 1-е место.

В 2004 году совместным постановлением Министерства образования и Министерства сельского хозяйства Республики Беларусь университету предоставлен статус ведущего вуза в отрасли. В этом же году по инициативе Н.В. Казаровца принято постановление Совета Министров Республики Беларусь о социальной поддержке работников университета и внесении изменений в условия оплаты труда за счет выделяемых бюджетных ассигнований в размере до 50 процентов планового фонда заработной платы на премирование работников и установление им надбавок стимулирующего характера. Наряду с этим, Николай Владимирович находит и использует другие возможности для повышения заработной платы работающим в университете, увязывая ее с конкретным улучшением их деятельности. В итоге, средняя заработная плата работников университета в 2008 году составила 979539 руб. в месяц (в 2003 г. – 217080 руб.), в том числе профессорско-преподавательского состава – 1321989 руб. (в 2003 г. – 289730 руб.). Наряду с этим, работникам университета предоставлена возможность через ЖСК построить 74 квартиры.

Получив статус ведущего вуза, Белорусский государственный аграрный технический университет приобрел широкую известность в стране и за ее пределами, вполне закономерно превратился в один из наиболее востребованных вузов для молодежи и необходимый для страны. По итогам приема абитуриентов в 2007 г. средний конкурс составил 2,68 человека на одно бюджетное место. По этому показателю университет располагался на 6-м месте среди высших учебных заведений республики. В 2008 г. конкурс на дневную бюджетную форму обучения составил 2,4 человека на одно место, на заочную бюджетную форму обучения – 11,8, на внебюджетную – 4 человека на одно место.

Расширяется контингент обучающихся иностранных граждан. Среди них – граждане Норвегии, Турции, Китая, Афганистана, Иордании, Ирака, Ирана, Йемена, Сирии, Ливана, Непала, Пакистана, Нигерии, Шри-Ланки, Мадагаскара, Эфиопии, России, Туркменистана и других государств.

Н.В. Казаровец постоянное внимание уделяет созданию условий для активизации вузовской науки, формированию необходимой базы для образования в университете научно-исследовательского института. В настоящее время в университете функционируют 9 научно-исследовательских лабораторий, технологический научно-производственный центр «Технологические методы повышения работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственной техники». В научной и научно-исследовательской работе принимают участие 50 докторов, 218 кандидатов наук и более 1,9 тыс. сту-

дентов. За последние 5 лет опубликовано 49 монографий, 19 учебников, 118 учебных пособий и 9 справочников. Получено 360 патентов на полезные модели и изобретения. В 2008 г. сотрудники университета участвовали в выполнении заданий по 16 государственным научным программам, при этом объемы финансирования научно-исследовательских работ возросли по сравнению с 2004 г. в 5,6 раза. Инновационная направленность деятельности кафедр и их филиалов на производстве и в НИИ – от проведения фундаментальных и прикладных научных исследований до внедрения их результатов в учебный процесс и производство – формирует у выпускников новаторский поиск передового, развивает желание и способности приобщаться к научно-исследовательской деятельности.

В 2006 году к университету присоединен «Государственный институт повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса». Для обеспечения подготовки практико-ориентированных специалистов на базе университета создан и успешно функционирует Республиканский учебно-производственный центр практического обучения новым технологиям и освоения комплексов машин (РУПЦ). В 2007 г. на базе университета образована Республиканская учебно-научно-производственная ассоциация «Агроинженер», объединяющая 9 аграрных колледжей, в которых обучаются 8 226 учащихся. Из них ежегодно 500–600 человек поступают в университет по системе непрерывного интегрированного профессионального образования.

С 2001 Н.В. Казаровец является членом коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия. С 2004 года – член бюро аграрного отделения НАН Беларуси, с 2002 года – председатель экспертного совета ВАК, с 2003 – главный редактор журнала «Агропанорама», с 2006 года – депутат, председатель постоянной комиссии по экономическому развитию, финансам и бюджету Минского городского совета депутатов.

В 2000 году Н.В. Казаровцу присвоено ученое звание профессора, а в 2004 году он избран членом-корреспондентом Национальной академии наук Беларуси.

За профессиональную, научную и общественную деятельность Н.В.Казаровец награжден медалями Республики Беларусь, Почетными грамотами Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Министерства образования Республики Беларусь, Государственного высшего аттестационного комитета, ряда областных и районных исполнительных комитетов. В 2006 году Николаю Владимировичу присвоено Почетное звание «Минчанин года».

Европейской Ассоциацией бизнеса, науки, искусства и образования в 2007 г. за динамичное развитие учреждения образования, обеспечение европейского качества подготовки специалистов университет удостоен награды в номинации «Лучшее предприятие Европы» – как инновационное, конкурентоспособное, перспективное, ведущее учреждение. За личный вклад в интеллектуальное развитие в XXI в. ректор университета Н.В. Казаровец удостоен редкой для нашей страны международной награды — им. Сократа. Ему также вручен сертификат лауреата международной награды «Лучший руководитель года». В сентябре 2008 г. на IV Международной ассамблее качества в г. Москве за успехи, достигнутые в подготовке специалистов, Белорусскому государственному аграрному техническому университету вручен «Золотой сертификат качества».

Н.В. Казаровец внес существенный вклад в развитие отечественной сельскохозяйственной науки, в совершенствование системы подготовки кадров высшей квалификации, в развитие агропромышленного комплекса Республики Беларусь.

Организаторский талант руководителя и интеллектуальный потенциал ученого, высочайшие профессионализм и ответственность, целеустремленность и трудовая активность, человечность и доброжелательность, забота о людях и результативная деятельность по разрешению их проблем, постоянный поиск новых направлений развития университета и совершенствования его деятельности снискали Николаю Владимировичу глубокое уважение и заслуженный авторитет в коллективе работников и студенческой среде, у руководства местных и республиканских государственных органов.

Искренне желаем Вам, уважаемый Николай Владимирович, крепкого здоровья, неиссякаемой энергии, новых творческих успехов в научной и учебно-педагогической деятельности, успехов в дальнейшей модернизации вуза, счастья и благополучия!

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВРАЩЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО КАРДАННОГО ШАРНИРА

В.И. Ходосевич, Ю.Н. Силкович, Н.П. Гурнович, кандидаты техн. наук (УО БГАТУ)

Аннотация

В статье установлены функциональные зависимости между кинематическими и конструктивными параметрами универсального карданного шарнира, которые в значительной степени расширяют возможности теоретического анализа карданных приводов на стадии расчета, проектирования и совершенствования машинных агрегатов.

Введение

Вопросы теории кинематики карданных передач изучались многими исследователями [1 – 5]. Все они базируются на учете влияния угла между осями ведущего и ведомого валов универсального шарнира на синхронность их вращения.

Однако причиной несинхронности вращения валов может быть и неперпендикулярность осей шипов крестовины между собой или осей шипов с соответствующими им осями валов универсального шарнира [6].

Основная часть

Рассмотрим универсальный карданный шарнир (рис. 1), состоящий из ведущего I и ведомого II валов с жестко закрепленными на них вилками 1 и 2, крестовины 3.

В системе координат $O_1X_1Y_1Z_1$ ось вала I совпадает с осью O_1X_1 , а ось вала II располагается в плоскости $O_1X_1Z_1$. Оси валов I и II пересекаются в начале O_1 координат и образуют угол γ_1 .

Ось шипов крестовины 3 в вилке 1 наклонена к оси вала I под углом μ_1 ($0 < \mu_1 < \pi$), а ось шипов крестовины в вилке 2 наклонена к оси вала II под углом μ_2 ($0 < \mu_2 < \pi$). Оси каждой пары шипов крестовины пересекаются в начале O_1 координат и образуют между собой угол $\pi/2 \pm \varepsilon_1$ ($0 \leq \varepsilon_1 \leq \pi/2$).

В исходном положении вилка 1 расположена в плоскости $O_1X_1Z_1$, а угол φ_1 поворота вала I равен нулю. Вал II в этот момент повернут на некоторый начальный угол $\alpha_2 = f(\gamma_1; \mu_1; \mu_2; \varepsilon_1)$.

С учетом расчетной схемы универсального шарнира (рис. 1):

– начальная фаза α_2 поворота вала II:

$$\alpha_2 = \arcsin \frac{a+b+c}{k+l}; \quad (1)$$

– угол φ_2 поворота вала II с учетом начальной фазы α_2 :

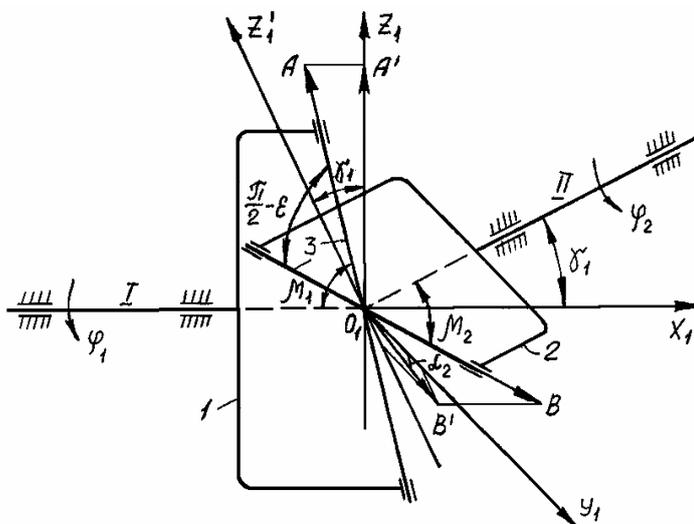


Рисунок 1. Расчетная схема универсального карданного шарнира с наклонными шипами

$$\cos(\varphi_2 + \alpha_2) = \frac{-d \sin \varphi_1 (a + b \cos \varphi_1 + c)}{d^2 \sin^2 \varphi_1 + (k + l \cos \varphi_1)^2} \pm \frac{(k + l \cos \varphi_1) \sqrt{d^2 \sin^2 \varphi_1 + (k + l \cos \varphi_1)^2 - (a + b \cos \varphi_1 + c)^2}}{d^2 \sin^2 \varphi_1 + (k + l \cos \varphi_1)^2}; \quad (2)$$

– передаточное отношение i :

$$i = \frac{\dot{\varphi}_2}{\dot{\varphi}_1} = \frac{[b + l \sin(\varphi_2 + \alpha_2)] \sin \varphi_1 + d \cos \varphi_1 \cos(\varphi_2 + \alpha_2)}{d \sin \varphi_1 \sin(\varphi_2 + \alpha_2) + (k + l \cos \varphi_1) \cos(\varphi_2 + \alpha_2)}; \quad (3)$$

где $a = -\cos \mu_1 \cos \mu_2 \cos \gamma_1$; $b = \sin \mu_1 \cos \mu_2 \sin \gamma_1$;
 $c = -\sin \varepsilon_1$; $d = \sin \mu_1 \sin \mu_2$;
 $k = \cos \mu_1 \sin \mu_2 \sin \gamma_1$; $l = \sin \mu_1 \sin \mu_2 \cos \gamma_1$.

Таким образом, зависимости (1), (2) и (3) определяют функциональную связь передаточного отношения i , углов α_2 и $\varphi_2 + \alpha_2$ поворота ведомого вала с параметрами γ_1 , μ_1 , μ_2 , ε_1 и углом φ_1 поворота ведущего вала универсального карданного шарнира. Они в

значительной степени расширяют возможности теоретического анализа карданных приводов рабочих органов машинных агрегатов.

На основании этих зависимостей была составлена программа расчета начальной фазы α_2 поворота ведомого вала II, разницы $\varphi_2 - \varphi_1$ углов поворота и передаточного отношения $i = d\varphi_2 / d\varphi_1$ ведомого и ведущего валов универсального шарнира с параметрами $\gamma_1, \mu_1, \mu_2, \varepsilon_1$.

Рассмотрим несколько вариантов результатов расчета.

Вариант 1

Из графиков (рис. 2 а, б) следует, что при постоянных γ_1, μ_2 и ε_1 уменьшение угла μ_1 наклона шипа ведущей вилки:

- увеличивает период колебаний передаточного отношения i и разности $\varphi_2 + \varphi_1$ углов поворота валов универсального шарнира в два раза;

- нарушает симметрию графиков относительно оси абсцисс и сохраняет относительно оси ординат;

- влечет за собой увеличение размаха колебаний, как передаточного отношения, так и разности углов поворота ведомого и ведущего валов универсального шарнира.

Вариант 2

Характер изменения графиков (рис. 3 а, б) при постоянных $\gamma_1, \mu_1, \varepsilon_1$ и уменьшении угла μ_2 наклона шипа ведомой вилки к оси ведомого вала имеет совершенно другую форму колебаний по сравнению с первым вариантом. Переместились общие точки пересечения графиков:

- для передаточного отношения на 90° к началу координат;

- для разности углов поворота – одна из общих точек пересечения графиков вообще исчезла.

Период колебаний графиков при $\mu_2 < 90^\circ$, как и в первом варианте равен 360° .

Вариант 3

Увеличение угла ε_1 (рис. 4 а, б) приводит к некоторому увеличению размаха колебаний графиков изменения передаточного отношения и разности углов поворота валов универсального шарнира и к сдвигу их вправо по оси абсцисс. Период колебаний при этом не изменяется, т.е. равен 180° .

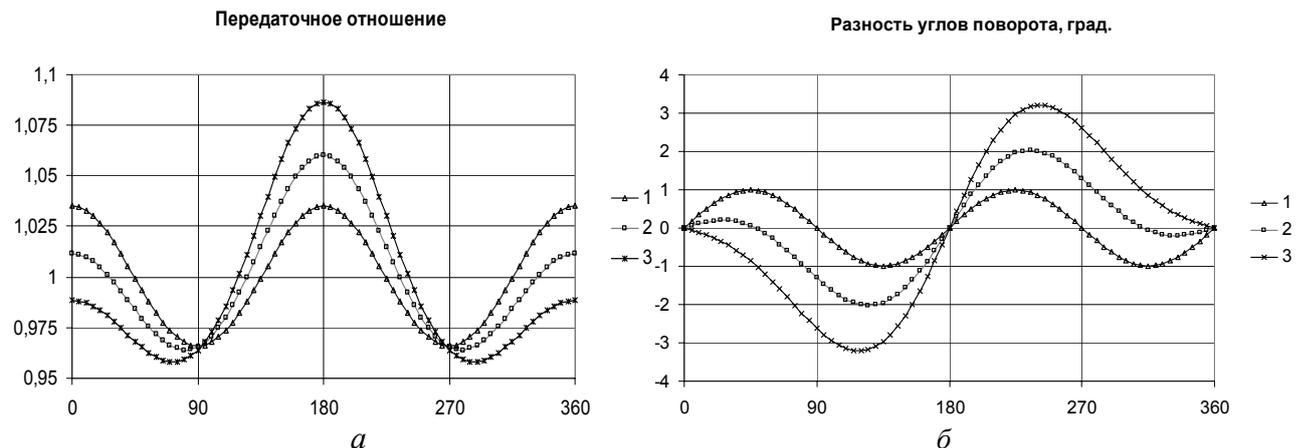


Рисунок 2. Результаты расчета передаточного отношения (а) и разности углов поворота валов универсального шарнира (б): ($\gamma_1 = 15^\circ; \mu_2 = 90^\circ; \varepsilon_1 = 0^\circ; \mu_1 = 90; 85; 80^\circ$)

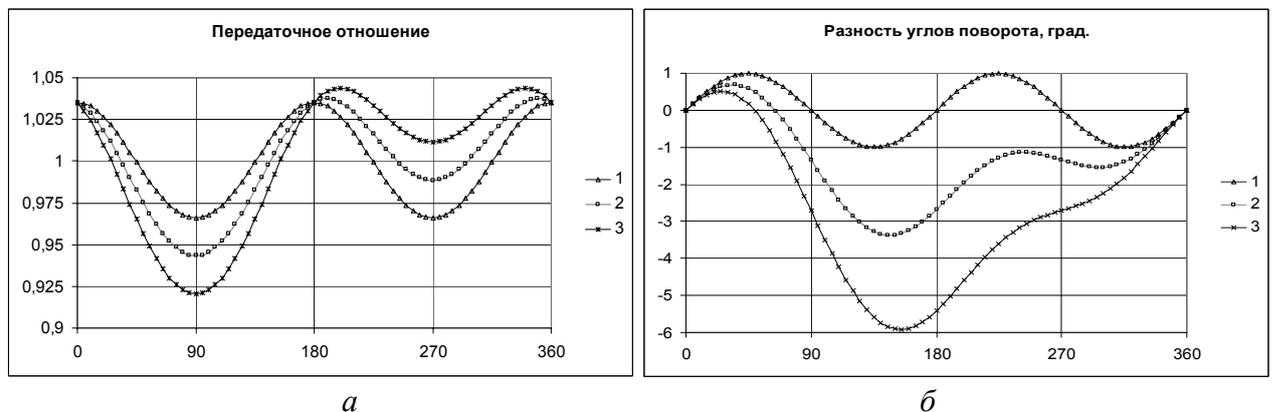


Рисунок 3. Результаты расчета передаточного отношения (а) и разности углов поворота валов универсального шарнира (б): ($\gamma_1 = 15^\circ; \mu_1 = 90^\circ; \varepsilon_1 = 0^\circ; \mu_2 = 90; 85; 80^\circ$)

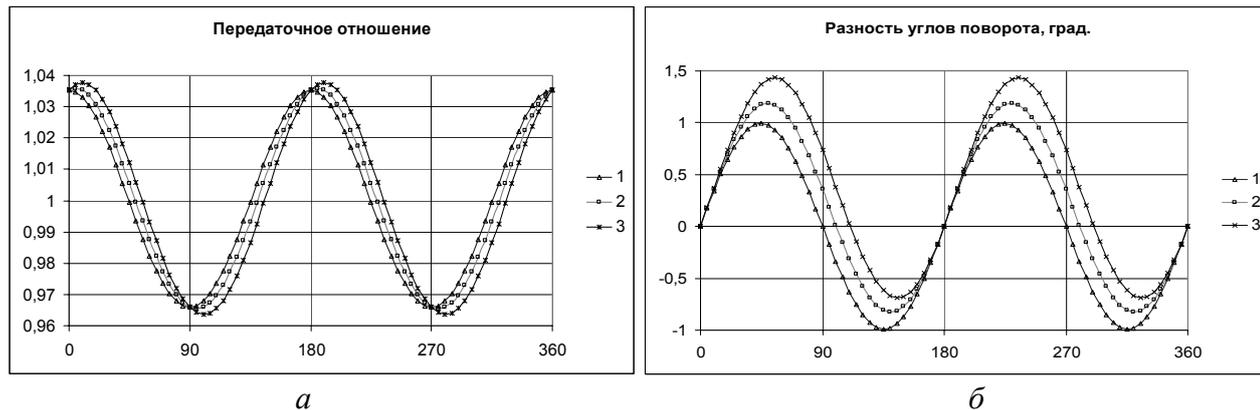


Рисунок 4. Результаты расчета передаточного отношения (а) и разности углов поворота валов универсального шарнира (б): ($\gamma_1 = 15^\circ$; $\mu_1 = 90^\circ$; $\mu_2 = 90^\circ$; $\varepsilon_1 = 0$; 10; 20°)

Выводы

Таким образом, полученные расчетные характеристики движения валов универсального шарнира свидетельствуют об их разнообразии, и о том, что необходимо учитывать их при расчете, проектировании и совершенствовании машинных агрегатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Верховский, А.В. Кинематическое и динамическое исследование шарнира Гука (универсальный шарнир) / А.В. Верховский // Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин, т.1. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1935. – 185 с.
2. Чудаков, Е.А. Расчет автомобиля / Е.А. Чудаков. – М.: Машгиз, 1947. – 409 с.
3. Блох, З.Ш. Теория и расчет карданных пере-

дач: в кн.: Расчет и проектирование деталей сельскохозяйственных машин / З.Ш. Блох. – М.-Л.: ОНТИ, 1938. – С. 97–123.

4. Блох, З.Ш. Расчет карданных передач / З.Ш. Блох // Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. – М.-Л.: Машгиз, 1940. – Т. 5. – 273 с.

5. Даскалов, А.Й. О переводных отношениях в многокарданных передачах: в 3 ч. / А.Й. Даскалов // Сельскохозяйственное машиностроение и механизация сельского хозяйства: науч.тр./ ВИММЭСС - Русе. – Русе, 1980. – Т.22, серия 1. – С.119–149.

6. Кинематика универсального карданного шарнира / В.И. Ходосевич, Ю.Н. Силкович // Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса сельскохозяйственной техники: материалы междунар. научно-практич. конф. – Ч. 2. – Мн., 2006. – С. 134–138.

УДК 631.171.631.353.6

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 28.10.2008

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ СЕМЕЙСТВА РОТОРНЫХ ГРАБЛЕЙ-ВАЛКОВАТЕЛЕЙ

Н.А. Горбачевич, ст. науч. сотр., О.В. Макуть, мл. науч. сотр (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)

Аннотация

В статье рассмотрены характеристики и основные параметры роторных граблей для сгребания травяной массы в валки, проведена оценка конструкций роторных граблей, приведены результаты разработки и освоения производства граблей-валкователей на трех заводах-изготовителях.

Введение

Заготовке кормов, созданию прочной кормовой базы, как основе получения высоких надоев молока и привесов, на протяжении десятков лет уделяется большое внимание.

Техническое переоснащение кормопроизводства, использование высокопроизводительной техники – важнейшие условия высокоэффективного производства животноводческой продукции.

Разработка и освоение на отечественных предприятиях современной высокопроизводительной

кормоуборочной техники для различных технологических операций обеспечит повышение качества и количества заготавливаемых кормов.

Основная часть

В производственном процессе заготовки кормов из трав применяется много технологий, которые складываются из отдельных технологических операций – это скашивание травостоя, плющение, ворошение, сгребание в валки, подборка валков для различных технологий заготовки. Каждая из технологических операций имеет свои агротехнические особенности и влияет на режимы работы последующих.

Особенности заготовки кормов из трав заключаются в необходимости проведения ее в сжатые сроки, определяемые биологическими особенностями растений. Запоздывание с уборкой, растягивание сроков сушки или провяливания травяной массы ведет к уменьшению выхода питательных веществ с единицы площади, ухудшению качества корма.

После скашивания в технологии заготовки кормов из трав следуют ворошение и сгребание. Технологическая операция сгребания необходима при заготовке сена, сенажа и зерносенажа при сплошном скашивании и сдваивании валков.

В мировой практике для ворошения и сгребания используются ротационные, роторные и колесно-пальцевые грабли. Преимущество роторных граблей – щадящий режим работы граблин, что дает возможность значительно сократить потери, повысить качество сена. Однако роторные грабли, как правило, имеют сложный механический привод, на который передаются все динамические нагрузки от рабочих органов, что особенно усугубляется при наличии камней и неровностей поля, в результате чего снижается надежность машины в целом [1].

В связи с этим, реальный интерес представляло создание однороторных граблей с ременным приводом, который частично обеспечивал бы гашение ударных нагрузок, позволял увеличить рабочую скорость агрегата, а, следовательно, и производительность, снизил стоимость машины и увеличил ее надежность. Подобный привод хорошо зарекомендовал себя на центробежных граблях.

Таким образом, были разработаны грабли-ворошилка однороторные ГВР-320 и ГВР-420, предназначенные для сгребания провяленной или свежескошенной травы из прокосов в валки, ворошения травы в прокосах и валках, сдваивания, оборачивания и разбрасывания валков.

В 2001 году грабли-ворошилка прошли приемочные испытания с рекомендацией выпуска опытной партии, с целью широкой хозяйственной проверки. Подконтрольная эксплуатация показала, что сла-

бым узлом является сочленение удлиненных граблин, а также на роторе с шириной захвата 4,2 м наблюдается пробуксовка ременной передачи. В связи с этим, было принято решение о выпуске граблей с несочлененными граблинами. В 2003 году на ОАО «Бобруйскагромаш» начато производство граблей-ворошилки ГВР-320 (Рис. 1) и ГВР-420 (Рис. 2), (всего их выпущено более 1000 штук).

Технические характеристики ГВР-320

Тип	прицепной
Агрегатирование	класс трактора 0,9-1,4
Производительность за 1ч основного времени, га/ч	3,8
Ширина захвата, м	3,2
Рабочая скорость, км/ч	12,0
Транспортная скорость, км/ч	20,0
Масса, кг	610
Удельный расход топлива, кг/га	0,9
Количество роторов, шт.	1
Количество штанг на роторе, шт	8
Количество зубьев на одной штанге, пар	4
Ширина сформированного валка, м	1,2



Рисунок 1. Грабли-ворошилка ГВР-320

Технические характеристики ГВР-420

Тип	прицепной
Агрегатирование	класс трактора 1,4
Производительность за 1ч основного времени, га/ч	5,0
Ширина захвата, м	4,2
Рабочая скорость, км/ч	12,0
Транспортная скорость, км/ч	20
Масса, кг	650
Удельный расход топлива, кг/га,	1,1
Количество роторов, шт.	1
Количество штанг на роторе, шт	8
Количество зубьев на одной штанге, пар	4
Ширина сформированного валка, м	1,2



Рисунок 2. Грабли-ворошилка ГВР-420

Грабли-ворошилка ГВР-320 и ГВР-420 осуществляют сгребание с боковым формированием валка, при челночном движении они обеспечивают формирование валка из прокоса в 6,5 и 8,5 м соответственно.

Конструкцией освоенных в республике двухроторных граблей-ворошилки ГВР-630 предусмотрено сгребание растительной массы двумя роторными рабочими органами в центральный валок. Однако это не обеспечивает эффективную загрузку высокопроизводительных подборщиков-измельчителей и пресс-подборщиков. Учитывая, что более 60% земельных участков республики имеют длину гона менее 450 м, необходимо было делать ставку на использование полунавесных граблей-валкователей. При использовании граблей-валкователей с полунавесным агрегатированием на небольших по длине гонах уменьшается радиус их поворота, расходуется меньше топлива и увеличивается производительность.

Кроме того, выпускаемые в республике грабли-валкователь не обеспечивают надлежащего копирования роторами рельефа поля в продольном и поперечном направлениях. У зарубежных аналогов роторы присоединены к несущей раме шарнирно (карданное соединение) и имеют три или четыре копирующих опорных колеса, чем и достигается высокий копирующий эффект. Далее роторы имеют только восемь граблин, чего недостаточно для обеспечения качественного сгребания трав второго и последующих укосов на скоростях 10-12 км/час. Зарубежные аналоги имеют от десяти до четырна-



Рисунок 3. Грабли-валкователь ГВБ-6,2

дцати граблин на одном роторе. Поскольку отечественные машиностроители не подготовлены к выпуску роторов с упомянутым числом граблин, их следует приобретать у зарубежных фирм.

Наиболее технологичны в сегодняшних условиях валкователи двухроторного типа с шириной захвата 6-7 м, агрегируемые с пропашными тракторами класса 1,4. Это зарубежные модели Swadro-1201A фирмы «KRONE» и Limer-1550 фирмы «CLAAS» (Германия), GA-6000 фирмы «KUHNS» (Франция) [2, 4].

Технические характеристики ГВБ-6,2

Тип	полуприцепной
Агрегатирование	класс трактора 1,4
Производительность за 1ч времени, га\ч	
- основного	7,2...8,2
- сменного	5,4...6,2
- эксплуатационного	5,3...5,9
Ширина захвата, м	6,2...6,9
Рабочая скорость, км\ч	12,0
Транспортная скорость, км\ч	20
Масса, кг	1990
Удельный расход топлива, кг\га,	1,4
Количество роторов, шт.	2
Количество граблин на роторе, шт.:	
- передний ротор	10
- задний ротор	13
Количество двойных зубьев на одной граблине, шт.	4
Ширина сформированного валка (сдвоенного), м, не более	1,2 (1,8)
Масса валка (при влажности массы 60%), кг\м.п., не более	10

Исходя из сложившихся условий, наиболее эффективным было создание граблей-валкователей с шириной захвата до 7 м, которыми при челночном движении можно валковать до 14 м прокоса. Это обуславливалось также кратностью ширины захвата применяемых в республике косилок КДН-2,7, КДН-3,1, КПП-310А, КПР-6, КПР-9Б, Disco-8550 фирмы «Claas» (Германия) и др. и отсутствием отечественных граблей-валкователей с шириной захвата более 4 м и возможностью сдваивания валков.

В результате анализа зарубежных конструктивных схем граблей-валкователя [3] и на основании исследований, выполненных в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» [5], разработаны и поставлены на производство грабли-валкователь ГВБ-6,2 (ОАО «Лидсельмаш») (Рис. 3) с боковым расположением валка и грабли-валкователь ГВЦ-6,6 с центральным расположением валка (ОАО «Лидагропром-

маш») (Рис. 4).

Грабли-валкователь ГВБ-6,2 способны при челночном ходе сдвигать валки с ширины прокоса до 13 м. Рекомендуются на сенокосах с урожайностью трав менее 150 ц/га. Благодаря специальному устройству, которое позволяет приподнимать роторы, сокращается время при повороте (развороте) во время работы, вследствие чего повышается производительность.

В 2005 году разработанные грабли-валкователь прошли приемочные испытания на уборке трав в РУСХП «э/б «Восток» Щучинского района Гродненской области с рекомендацией изготовления опытной партии для подконтрольной эксплуатации в хозяйствах республики. В 2007-2008 гг. ОАО «Лидсельмаш» освоил серийное производство ГВБ-6,2 и выпустил более 850 машин.

Испытания граблей-валкователя ГВБ-6,2 подтвердили соответствие показателей техническим характеристикам. Потери на сдвигании валков не превышали 2%.

Грабли с центральным расположением валка – ГВЦ-6,6, изготовленные на ОАО «Лидагропромаш», предназначены для формирования валка оптимальной погонной массы на высокоурожайных кормовых угодьях (150 ц/га и более). Их применение целесообразно на сгребании зеленой массы бобово-злаковых и бобовых культур для предупреждения потерь мелких листьев и соцветий.



Рисунок 4. Грабли-валкователь ГВЦ-6,6

отечественные грабли-ворошилку ГВР-630 и не уступают современным зарубежным образцам.

В настоящее время ОАО «Лидагропромаш» изготовил 10 штук граблей-валкователей ГВЦ-6,6 для проведения квалификационных и сертификационных испытаний, а также подконтрольной эксплуатации в хозяйствах республики.

По данным испытаний, удельный расход топлива не превышал значения, указанного в технической характеристике, а потери массы составили 1,6% (по ТЗ < 2%).

Использование граблей-валкователя ГВЦ-6,6 обеспечит снижение приведенных затрат на 8,3%, прямых эксплуатационных – на 6,31%. Годовой экономический эффект составит 1291,06 тыс.руб.

Заключение

Применение разработанных новых машин позволит существенно снизить себестоимость кормов, улучшить их качество путем сокращения продолжительности уборки и закладки на хранение, а также качественного выполнения технологического процесса сгребания, более рационально использовать кормоуборочную технику.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долгов, И.А. Машины для ворошения, сгребания трав и оборачивания валков/ И.А. Долгов. – Ростов н /Дону, 1994. – С. 40.
2. Буклагин, Д.С. Тенденции развития кормоуборочной техники за рубежом/ Д.С. Буклагин // Техника и оборудование для села, 2000. – №5. – С. 5-7.
3. Особов, В.И. Тенденции развития конструкций зарубежных граблей-ворошилок/ В.И. Особов, В.Е. Карасевич, И.Э. Демишкевич// Труды ВНИИКОМЖ: Комплекс проблем машиностроения для животноводства и кормопроизводства, 1989, т. 14. – С. 9-19.
4. Особов, В.И. Кормозаготовительная техника из Германии/ В.И. Особов //Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1997. – С. 32-35.
5. К обоснованию основных параметров и конструктивных схем роторных граблей-валкообразователей/ И.М. Лабозкий [и др.] // Межведомственный тематический сборник РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси»: Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Мн., 2006. – Вып.40. – С. 129-137.

Технические характеристики ГВЦ-6,6

Тип	полунавесной
Агрегатирование	класс трактора 1,4
Производительность за 1ч времени, га\ч	
- основного	4,0...8,0
- сменного	2,8...5,6
- эксплуатационного	2,7...5,3
Ширина захвата, м	6,8
Рабочая скорость, км\ч	12,0
Транспортная скорость, км\ч	20
Масса, кг	1900
Удельный расход топлива, кг\га,	1,2
Количество роторов, шт.	2
Количество граблин на роторе, шт.	10
Количество двойных зубьев на одной граблине, шт.	4
Ширина сформированного валка, м, не более	1,4
Масса валка, кг\м, не более	30

Новизна разработки заключается в том, что обеспечивается надежное копирование рабочими органами макро- и микрорельефа поля, благодаря оригинальной конструкции подвеса роторов с тремя степенями свободы на многокатковой ходовой системе. Подобная машина создается впервые в отечественной практике.

По техническим и эксплуатационным характеристикам, грабли-валкователи значительно превосходят

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УХОДА ЗА ПРОМЫШЛЕННЫМИ КЛЮКВЕННЫМИ ЧЕКАМИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ СРЕЗАНИЯ С ИЗМЕЛЬЧЕНИЕМ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Л.В. Мисун, докт. техн. наук, профессор, А.А. Бабак, студент (УО БГАТУ)

Аннотация

Усовершенствован рабочий орган косилки-измельчителя, используемой для уничтожения сорной растительности на промышленных клюквенных чеках. Определены факторы, влияющие на устойчивость выполнения технологической операции машинно-тракторным агрегатом (трактор+косилка), и сделан анализ ее эффективности.

Введение

Одним из важнейших условий механизированного производства крупноплодной клюквы является поддержание оптимальных условий ее культивирования, предусматривающих сбалансированное питание, а также операции ухода за плантациями, обеспечивающие нормальный рост и развитие растений. Так, огромное влияние на состояние клюквенных чеков оказывают сорняки, которые не только угнетают основную культуру, а, следовательно, и снижают устойчивость растений к биологическим и абиотическим факторам, но нередко и сами являются резерваторами инфекций различных видов.

Согласно механизированной технологии выращивания крупноплодной клюквы, обработанные раствором гербицида сорняки должны скашиваться с одновременным измельчением [1].

Основная часть

Для срезания с измельчением сорняков на промышленных клюквенных чеках могут использоваться различные рабочие органы (рис.1): с горизонтально установленными вращающимися ножами, когда внешняя часть их лезвий расположена под прямым углом к наклоненной массе растений, с попарно расположенными режущими ножами и ножами для измельчения массы, причем последние закреплены под определенным углом по отношению к центральной оси лезвий режущего элемента, в виде вращающегося цилиндра с продольными пазами для лезвий, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга и параллельных оси цилиндра, роторного типа с одно и двух уровневым расположением ножей [2-6] и др. Следует отметить, что именно роторный рабочий орган (рис.2) был использован в конструкции отечественной косилки-измельчителя сорной растительности для промышленных клюквенных чеков [7]. Однако

результаты эксплуатации косилки показали на необходимость повышения качества выполнения технологической операции измельчения сорняков, длина срезаемых остатков которых, согласно агротребованиям, не должна превышать 70 мм.

Для повышения качества выполнения косилкой-измельчителем технологической операции предлагается установить над верхними ножами режущие нити (рис.3). Следует отметить, что каждый нож косилки имеет режущую кромку 6 и отогнутое вверх крыло 7, высота h отгиба которого меньше, чем расстояние между соседними горизонтальными рядами ножей, установленными на одном валу. Расстояние A между осями соседних вертикальных валов 3 больше суммы радиусов вращения смежных ножей вертикальных валов (малого 4 и большего 5, диаметров d_1 и d_2 соответственно) и меньше большего из диаметров ножей:

$$d_2 > A > \frac{d_1}{2} + \frac{d_2}{2}. \quad (1)$$

Длина режущих нитей 10, считая от осей валов, не превышает радиусов ближайших нижерасположенных ножей. Привод вертикальных валов 3 с жестко закрепленными на них ножами 4 и 5 осуществляется клиноремной передачей от вала отбора мощности энергосредства [8].

При поступательном движении машинно-тракторного агрегата (МТА) верхние части сорняков, защитным листом 8 и пологом 9, отклоняются вперед по ходу движения (рис.3) и поступают в зону резания горизонтальных рядов ножей косилки. Длинные верхние части растений защемляются ранее отклоненными, но не скошенными стеблями и не опускаются на клюквенный покров. А короткие части сорняков подвергаются дальнейшему измельчению: срезаются нижележащими ножами, крыльями ножей подбрасываются в зону резания вышележащих ножей для повторного измельчения, которые, в свою очередь,

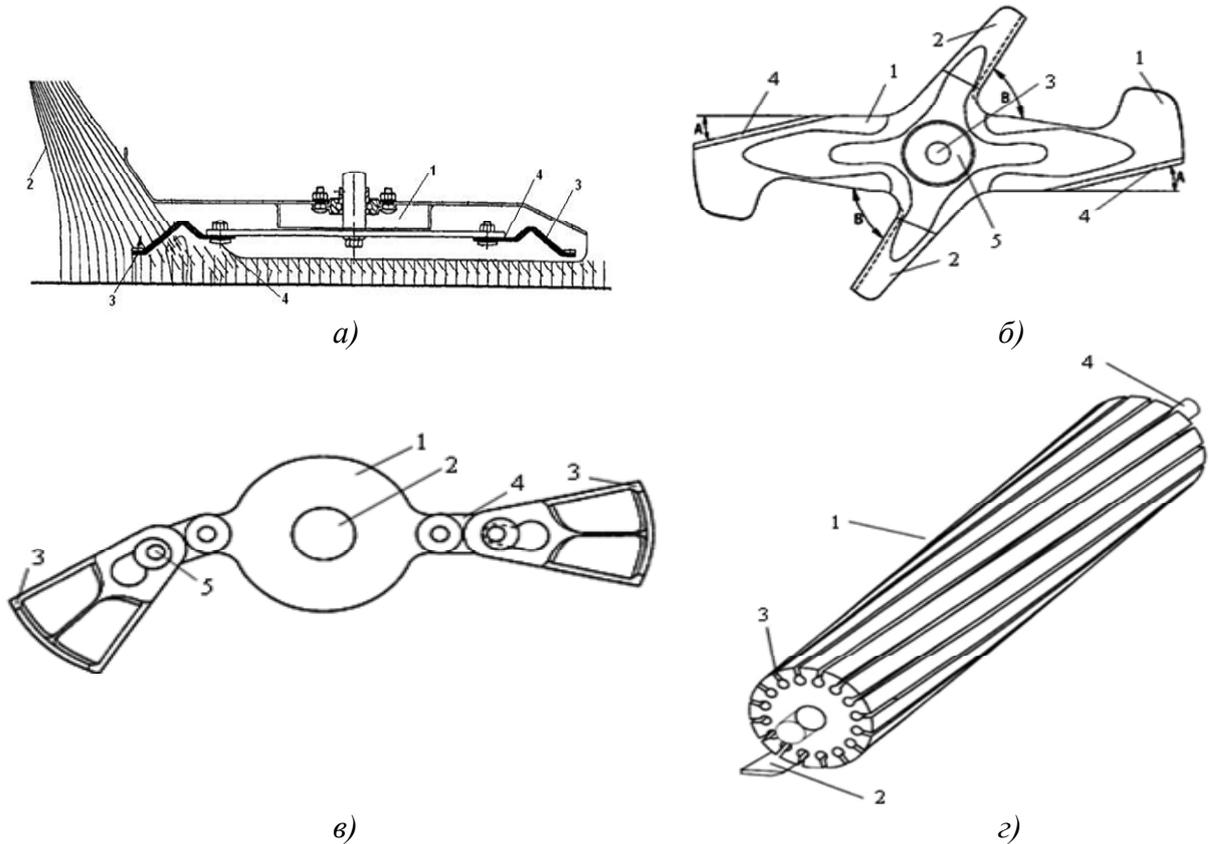


Рисунок 1. Рабочие органы для срезания сорной растительности:

а – горизонтально установленные вращающиеся ножи:

1 – техническое средство; 2 – сорная растительность; 3 – нож; 4 – устройство для крепления ножей; 5 – втулка;

б – комбинированный режущий элемент:

1 – нож режущий; 2 – нож мульчирования; 3 – вал; 4 – режущая кромка ножа; 5 – втулка;

в – с возможностью изменения длины режущей кромки ножа:

1 – втулка; 2 – вал; 3 – лезвие; 4 – поворотный механизм; 5 – заклёпка с эксцентриковой головкой;

г – вращающийся цилиндр с параллельно установленными к оси цилиндра ножами:

1 – цилиндр вращающийся; 2 – балка поперечная; 3 – паз продольный; 4 – вал

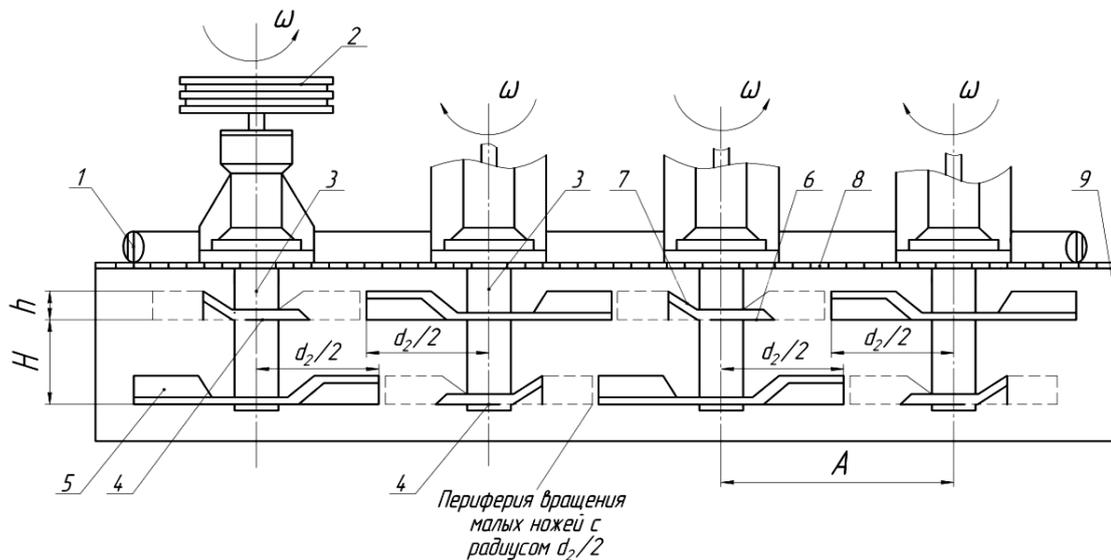


Рисунок 2. Роторный рабочий орган косилки-измельчителя сорной растительности: 1–рама; 2–привод; 3–вал; 4,5–ножи; 6,7–режущая кромка; 8–лист защитный; 9–полог

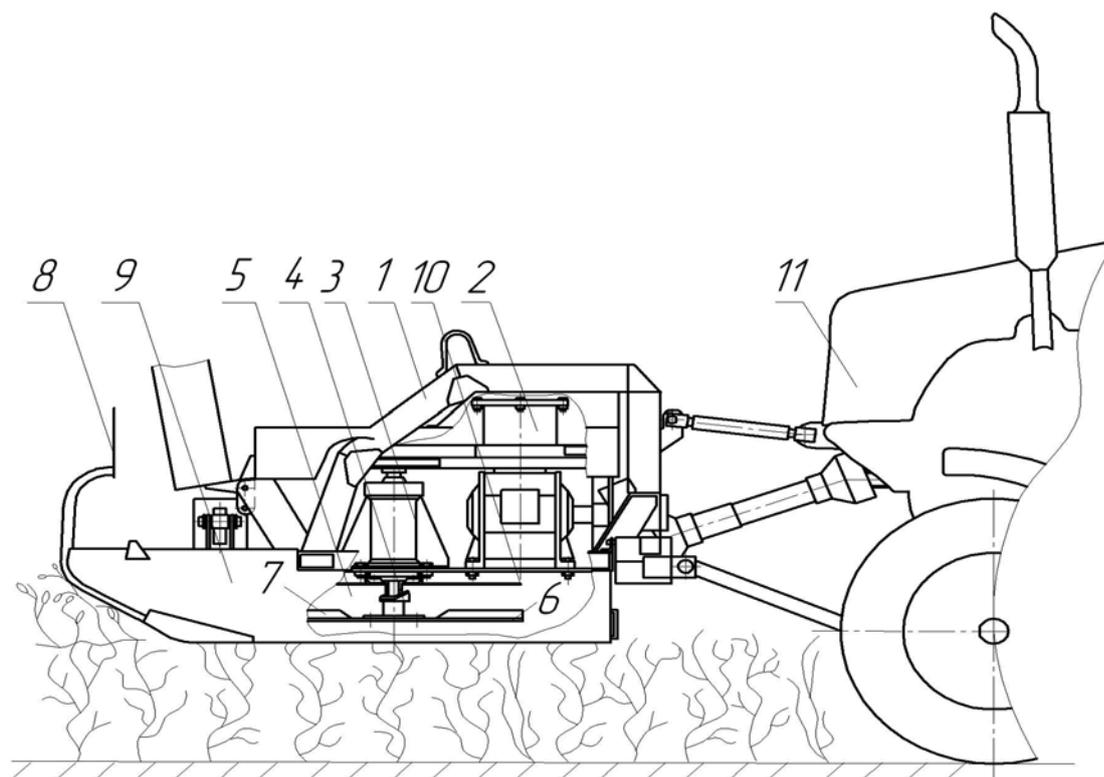


Рисунок 3. Косилка для срезания и измельчения сорной растительности на промышленных клюквенных чеках: 1 – рама; 2 – привод; 3 – вал; 4 – нож меньшего диаметра; 5 – нож большего диаметра; 6 – режущая кромка ножа; 7 – крыло ножа; 8 – лист защитный; 9 – полог; 10 – нить режущая; 11 – энергосредство

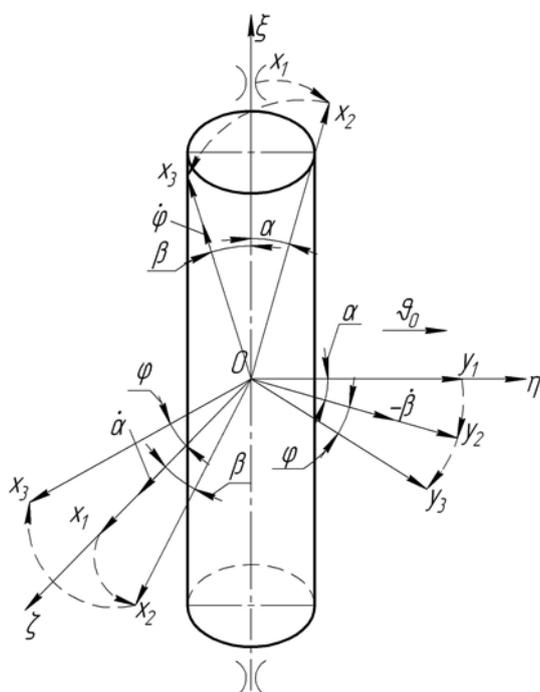


Рисунок 4. Положение оси ротора к плоскости поступательного движения МТА

направляют срезанные части сорняков в зону воздействия режущих нитей 10 для доизмельчения. Далее

мелкие частицы выносятся воздушным потоком за пределы МТА и просыпаются через клюквенный покров чека на почву (рис. 3) [7].

При этом не менее семидесяти процентов фракционного состава срезанной и измельченной массы сорняков должны составлять растения размером до 30 мм, остальные – не превышать 70 мм. Достигается выполнение этого условия использованием в конструкции рабочего органа косилки-измельчителя высокооборотистых роторов, на которых крепятся ножи. В то же время при прямолинейном и равномерном движении трактора с косилкой по клюквенному чеку, имеющему естественные неровности, наблюдаются продольные и поперечные колебания машинно-тракторного агрегата, которые при довольно больших оборотах ротора косилки (3000 об./мин) вызывают отклонение оси его вращения в пространстве, и приводят к появлению гироскопического эффекта. Наличие такого "эффекта" может отрицательно сказаться на качественных показателях работы и эксплуатационной надежности косилки, что обуславливает необходимость более подробного рассмотрения этого вопроса.

Так, в рассматриваемой конструкции косилки-измельчителя (рис. 3) роторы с ножами установлены таким образом, что их ось собственного вращения занимает нормальное положение к плоскости поступательного движения МТА. В этом случае координатные оси ξ , η , ζ и x_1 , y_1 , α для наблюдения левой системы координат направлены, как показано на рис. 4.

В рассматриваемом варианте угол Резаля α [9] представляет собой угол наклона агрегата в продольной плоскости; угол β – угол наклона агрегата в поперечном направлении и угол φ – угол собственного вращения ротора около оси x .

Для решения поставленной задачи в данном случае используется метод Лагранжа, т.е. дифференциальные уравнения Лагранжа второго рода:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i, \quad (2)$$

где T – кинетическая энергия системы;
 q_i – обобщённые координаты;
 Q_i – проекции обобщённых сил.

Принимаем, что в качестве подвижных осей координат взяты оси, связанные с ротором, являющиеся главными осями инерции ротора и своим началом имеющие центр инерции последнего. Выражение для определения кинетической энергии в этом случае имеет вид:

$$T = \frac{1}{2} (Ap^2 + Bq^2 + Cr^2), \quad (3)$$

где A, B, C – главные моменты инерции ротора;
 p, q, r – проекции угловых скоростей на подвижные оси x, y, z , связанные с ротором и являющиеся главными осями инерции ротора.

Учитывая, что в данном случае $A=B$, выражение для определения кинетической энергии (3) можно записать в следующем виде:

$$T = \frac{1}{2} [A(\dot{\alpha}^2 \cos^2 \beta + \dot{\beta}^2) + C(\dot{\varphi} + \dot{\alpha} \sin \beta)^2]. \quad (4)$$

Поскольку

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{\alpha}} = A_0 \dot{\alpha} + C \dot{\varphi} \sin \beta; \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{\alpha}} = 0,$$

где $A_0 = A \cos^2 \beta + C \sin^2 \beta$, то дифференциальное уравнение Лагранжа по координате α имеет вид:

$$(A_0 \dot{\alpha}) + C \dot{\varphi} \sin \beta + C \dot{\varphi} \cos \beta \cdot \dot{\beta} = M_\alpha, \quad (5)$$

где M_α – момент, пара сил которого действует в продольной плоскости перемещения МТА.

Так как

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{\beta}} = A \dot{\beta}, \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\beta}} \right) = A \ddot{\beta},$$

$$\frac{\partial T}{\partial \beta} = -A \dot{\alpha}^2 \cos \beta \sin \beta + C(\dot{\varphi} + \dot{\alpha} \sin \beta) \cdot \dot{\alpha} \cos \beta,$$

то дифференциальное уравнение Лагранжа по координате β запишем:

$$A \ddot{\beta} + A \dot{\alpha}^2 \cos \beta \sin \beta - C(\dot{\varphi} + \dot{\alpha} \sin \beta) \cdot \dot{\alpha} \cos \beta = M_\beta, \quad (6)$$

где M_β – момент, пара сил которого действует в поперечной плоскости.

Если угол $\alpha=0$, то выражение (5) принимает вид:

$$A \ddot{\beta} - C \dot{\varphi} \cos \beta = M_\beta. \quad (7)$$

Учитывая, что

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} = C(\dot{\varphi} + \dot{\alpha} \sin \beta),$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \cong C \ddot{\varphi},$$

$$\frac{\partial T}{\partial \varphi} = 0,$$

то дифференциальное уравнение Лагранжа по координате φ имеет вид:

$$C \ddot{\varphi} = M_\varphi, \quad (8)$$

где M_φ – полярный момент.

Если угловые скорости $\dot{\beta} = \beta_0, \dot{\alpha} = \omega$, где β_0, ω – постоянные, то из уравнений (4) и (7) получим

$$M_\alpha = 0,$$

$$M_\beta = C \omega_1 \omega \cos \beta, \quad (9)$$

где $\omega = \dot{\varphi}$, то есть в этом случае к оси ротора приложен только один гироскопический момент, действующий в поперечной плоскости перемещения МТА. Причем, если угол $\beta=0$, то есть машинно-тракторный агрегат не имеет наклона в поперечном направлении, то этот момент равен

$$M_\beta = -C \omega_1 \omega. \quad (10)$$

Для того чтобы уравновесить этот момент со стороны опор, должна возникнуть пара сил (рис. 5), момент которой равен моменту (выражение 10), но обратно направлен:

$$M'_\beta = -C \omega_1 \omega. \quad (11)$$

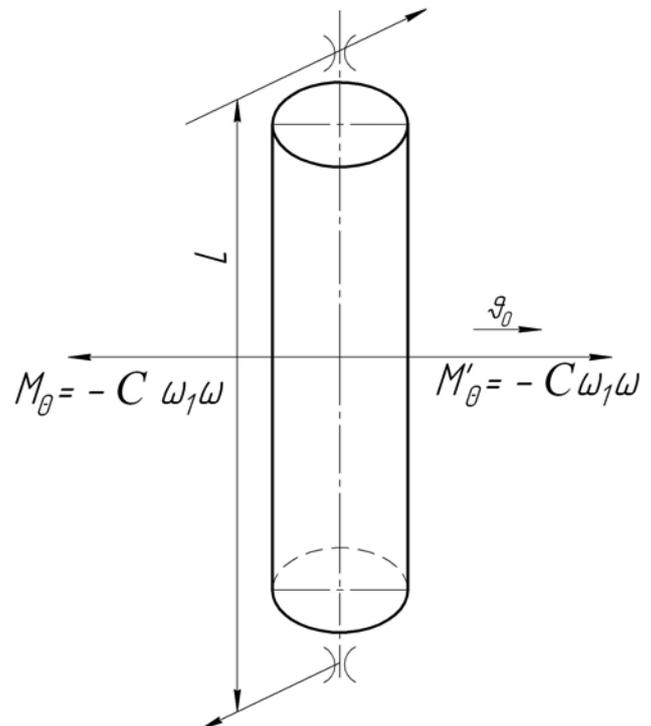


Рисунок 5. Расчётная схема для определения реакций на опорах

Реакции P на опорах при этом равны

$$P = \frac{M'_\beta}{L} = \frac{C \omega_1 \omega}{L}, \quad (12)$$

где L – длина вала ротора.

Представляет также интерес проведение сравнительной оценки технологической операции срезания и измельчения сорной растительности, с точки зрения ее ресурсоэнергоэкономичности.

В качестве критериев энергетической эффективности выполнения операции использовали коэффициент энергозатрат $K_э$ и уровень интенсификации $I_э$:

$$K_э = \mathcal{E}_н / \mathcal{E}_б; \quad (13)$$

$$I_э = (1 - K_э) \cdot 100\%, \quad (14)$$

где $\mathcal{E}_н$ и $\mathcal{E}_б$ – полная энергоемкость операции срезания с измельчением сорной растительности соответственно предлагаемого и базового вариантов.

Для решения поставленной задачи необходимо определить энергозатраты, овеществленные в топливе, энергоемкость сравниваемых средств механизации и затраты живого труда.

Прямые затраты топлива $Z_э$ определяли по формуле:

$$Z_э = H_э, \quad (15)$$

где $H_э$ – фактический расход (или норма) энергоносителя на единицу объема работы, кг/га.

Тогда

$$Z_{э.б.} = 13,7 \text{ кг/га}; \quad Z_{э.н.} = 8,6 \text{ кг/га}.$$

Затраты металла:

$$Z_{э.б.} = \frac{1}{W} \sum_i M_i \frac{a_i + R_i}{10 \cdot T_{н.и}}, \quad (16)$$

где W – производительность агрегата, га/ч, (табл.1);

M_i – масса j -й машины, входящей в агрегат, кг;

a_i и R_i – годовые нормативные отчисления соответственно на реновацию и ремонт, %;

$T_{н.и}$ – годовая (сезонная) нормативная загрузка i -й машины, ч (табл. 1).

Таблица 1.
Данные для сравнительной энергооценки операции срезания и измельчения сорной растительности

Показатели	Ед. изм.	Срезание и измельчение сорной растительности	
		базовый вариант [10]	новый вариант
1. Урожайность	т/га	10	10
2. Состав агрегата		«Богтрак» (США)+ косилка роторная (США)	МТЗ-320 + косилка роторная (РБ)
3. Производительность	га/ч	0,35	0,51
4. Расход топлива	кг/га	13,7	8,6
5. Масса: трактора косилки	кг	700 200	1100 250
6. Годовая загрузка: трактора косилки	ч	1000 300	1000 300

$$Z_{м.б.} = \frac{700 \cdot (10,0 + 14,9)}{100 \cdot 0,35 \cdot 1000} + \frac{200 \cdot (16,6 + 10,0)}{100 \cdot 0,35 \cdot 300} = 1,01 (\text{кг/га}),$$

$$Z_{м.н.} = \frac{1100 \cdot (10,0 + 14,9)}{100 \cdot 0,51 \cdot 1000} + \frac{250 \cdot (16,6 + 10,0)}{100 \cdot 0,51 \cdot 300} = 0,97 (\text{кг/га}),$$

Затраты живого труда ($Z_{ж}$):

$$Z_{ж} = \frac{N_t}{W}, \quad (17)$$

где N_t – число работников, занятых на t -й технологической операции, чел. (табл.1)

$$Z_{ж.б.} = 2,86 \text{ (чел.ч/га)};$$

$$Z_{ж.н.} = 1,96 \text{ (чел.ч/га)}.$$

Прямые удельные затраты энергии ($\mathcal{E}_{пр}$):

$$\mathcal{E}_{пр} = H_э \cdot e_k, \quad (18)$$

где e_k – энергосодержание k -го энергоносителя, МДж/кг [11]:

$$\mathcal{E}_{пр.б.} = 13,7 \cdot 43,9 = 601,4 \text{ (МДж/га)};$$

$$\mathcal{E}_{пр.н.} = 8,6 \cdot 42,7 = 367,2 \text{ (МДж/га)}.$$

Затраты энергии, овеществленные в топливе, определяли по формуле:

$$\mathcal{E}_{о.э.} = H_э \cdot \alpha_k, \quad (19)$$

где α_k – энергетический эквивалент k -го энергоносителя, учитывающий расход энергии на его добычу, производство и транспортировку, МДж/кг [11].

$$\mathcal{E}_{о.э.б.} = 13,7 \cdot 10,5 = 144 \text{ (МДж/га)};$$

$$\mathcal{E}_{о.э.н.} = 8,6 \cdot 10,0 = 86 \text{ (МДж/га)}.$$

Энергоемкость средств механизации находили по выражению:

$$Z_m = \frac{1}{W} \sum_i M_i \cdot \alpha \frac{a_i + R_i}{10^2 \cdot T_{н.и}}, \quad (20)$$

где α_i – энергетический эквивалент i -й машины, МДж/кг [11].

$$Z_{м.б.} = \frac{700 \cdot 120 \cdot (10,0 + 14,9)}{100 \cdot 0,35 \cdot 1000} + \frac{200 \cdot 104 \cdot (16,6 + 10,0)}{100 \cdot 0,35 \cdot 300} = 112,5 \text{ (МДж/кг)}$$

$$Z_{м.н.} = \frac{1100 \cdot 120 \cdot (10,0 + 14,9)}{100 \cdot 0,51 \cdot 1000} + \frac{250 \cdot 104 \cdot (16,6 + 10,0)}{100 \cdot 0,51 \cdot 300} = 109,6 \text{ (МДж/кг)}$$

Полная энергоемкость процесса \mathcal{E} :

$$\mathcal{E}_б = \mathcal{E}_{пр} + \mathcal{E}_{о.э.} + \mathcal{E}_м; \quad (21)$$

$$\mathcal{E}_б = 601,4 + 144,0 + 112,5 = 871,1 \text{ (МДж/га)};$$

$$\mathcal{E}_н = 367,2 + 86,0 + 109,6 = 562,8 \text{ (МДж/га)}.$$

Энергоемкость затрат живого труда:

$$\mathcal{E}_{ж} = \frac{N_t}{W} \cdot \alpha_t, \quad (22)$$

где α_t – энергетический эквивалент живого труда, МДж/чел.ч [11].

$$\mathcal{E}_{ж.б.} = \frac{1 \cdot 1,26}{0,35} = 3,6 \text{ (МДж/га)};$$

$$\mathcal{E}_{ж.н.} = \frac{1 \cdot 1,26}{0,51} = 2,5 \text{ (МДж/га)}.$$

Полная энергоемкость продукции для базового варианта на 55% выше (табл.2), чем для сравниваемого (871,1 МДж/т против 562,8).

Таблица 2.
Результаты расчета энергоемкости и эффективности сравниваемых вариантов выполнения технологической операции срезания и измельчения сорной растительности

Затраты	Срезание и измельчение сорной растительности			
	По вариантам, МДж/га		Коэффициент энергозатрат	Уровень интенсификации, %
	базовый вариант	новый вариант		
1. Прямые энергозатраты	614,6	367,2	0,60	40
2. Энергозатраты, ошестовленные в топливе	147,0	86,0	0,58	42
3. Энергозатраты средств механизации	112,5	109,6	0,97	3
4. Полная энергоемкость	871,1	562,8	0,64	36
5. Энергоемкость прямых затрат труда	3,6	2,5	0,69	31

Выводы

Усовершенствована технология срезания с измельчением сорной растительности, растущей выше клековенного покрова на промышленных чеках. Путем сопоставления значений полной энергоемкости предлагаемого и базового вариантов рассматриваемой технологической операции определены частные коэффициенты энергозатрат, ошестовленные в топливе и средствах механизации, а также энергоемкость прямых затрат труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология промышленного выращивания клюквы крупноплодной на получение ягодной продукции / Е.А. Сидорович [и др.]. – Минск: Белорус. науч.-исслед. ин-т науч.-технич. информации и технико-эконом. исслед., 1992. – 120с.

2. Способ и устройство для срезания и разрезания высокорослого растительного материала: пат. 10039834 А1 (Германия) / (ESM Ennepetaler) Rehberg. – Оpubл. 7.03.2002.

3. Режущий элемент для срезания и измельчения растительности : пат. 1285565 (Германия) / SABO-Maschinenfabrik. – Оpubл. 20.08.2001.

4. Устройство для срезания растительности: пат. 6357215 (США) / Peter Thorne. – Оpubл. 23.12.98.

5. Вращающийся цилиндр со сменными режущими элементами: пат. 2409142 (Великобритания) / Leslie Mervyn Smith. – Оpubл. 20.12.2003.

6. Машина для скашивания и измельчения растительности: пат. 2051557 Российской Федерации, МКИ 6 А 01 D 34/63 /В.П. Мармалюков, Л.В. Мисун, М.И. Астахов, А.А. Шупилов, А.П. Пасеко, Б.Л. Лавор; заявитель Центр. науч.-исслед. ин-т механизации и электриф. с.-х. – №5007933; заявл. 11.11.1991; опубл. 10.01.1996.

7. Мисун, Л.В. Технологические процессы и средства механизации промышленного выращивания брусничных культур: монография / Л.В. Мисун. – Минск: БГАТУ, 2008. – 204с.

8. Машина для скашивания и измельчения растительности: пат. 5101 Респ. Беларусь, МПК (2006) А 01D 34/63 /Л.В. Мисун, В.А. Агейчик, А.А. Бабак; заявитель Белор. гос. аграрн. технич. ун-т. – № и 20080610; заявл. 29.07.2008; опубл. 28.02.2009 // Афіц. бюл. / Нац. цэнтр інтэл. уласн. – 2009. – №1. – С. 142.

9. Василенко, М.П. Введение в земледельческую механику / П.М. Василенко. – Киев: Сільгоспосвіта, 1996. – 252с.

10. Мисун, Л.В. Научные и технологические основы производства крупноплодной клюквы / Л.В. Мисун. – Минск: "Хата", 1995. – 135с.

11. Севернев, М.М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве / М.М. Севернев. – Минск : Ураджай, 1994. – 221 с.

Установка для очистки и обеззараживания воздуха БСУ-900



Установка предназначена для очистки воздуха от газовых примесей органического и неорганического происхождения в помещениях предприятий АПК, медицинских, общественных и других помещениях, в которых необходимо обеспечивать требования СНИП (аммиак, сероводород, углекислый газ и др.). Фильтр производит непрерывную очистку и обеззараживание помещений в присутствии обслуживающего персонала со степенью очистки по уровню общей загрязненности до 60%, по индексу Колли до 70%, по вирусам до 80%, позволяет экономить до 50% энергии на отопление помещений. Наиболее эффективен при использовании в помещениях для содержания молодняка птицы, свиней и крупного рогатого скота.

Производительность составляет 900 м³/ч.

Автор: Николаенков А.И, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

УВЕЛИЧЕНИЕ АМИЛОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СОЛОДА

В.А. Пашинский, канд. техн. наук, доцент, Н.Ф. Бондарь, канд. хим. наук, О.В. Бондарчук, аспирантка (УО БГАТУ)

Аннотация

В статье приведены результаты исследования по обработке зерен пивоваренного ячменя переменным неоднородным электрическим полем высокой напряженности, представлены графические зависимости содержания мальтозы в свежепроросшем солоде от обработки ячменя. В результате исследования видно, что в пробе ячменя, обработанного за 20 часов до замачивания переменным неоднородным электрическим полем высокой напряженности, содержание сухого вещества мальтозы через 72 часа после начала проращивания соответствует содержанию мальтозы в солоде, пригодном для получения светлого солода, а через 96 часов – темного солода. А в контрольном – необработанном образце содержание сухого вещества мальтозы через 96 часов после начала проращивания неоднозначно соответствует содержанию мальтозы, необходимому для получения светлого солода.

Введение

Технологической целью солодоращения являются биосинтез ферментов и активизация неактивных ферментов, в результате действия которых происходит переход в водорастворимое состояние резервных веществ ячменя. Ферментативный гидролиз сложных веществ ячменя начинается при проращивании и завершается при затирании зернового сырья [1].

Из-за расхода сухих веществ на развитие ростков, корешков и дыхание зародыша производство солода связано с их значительной потерей. Эти процессы взаимосвязаны, и подавление дыхания неизбежно вызывает торможение роста. Поэтому способы интенсификации производства солода связаны, прежде всего, с факторами, влияющими на эти процессы [2].

Для активации действия различных ферментов проводят процесс замачивания ячменя.

Основная часть

В настоящее время существуют различные способы воздействия на зерно с целью получения солода.

Применяют принцип перезамачивания, при котором уменьшаются потери на дыхание, процессы расщепления углеводов и синтеза ферментов в эндосперме зерна несколько отстают по сравнению с обычным способом солодоращения, но ускоряется расщепление азотистых веществ, а в результате задержки роста корешков достигается экономия расхода экстрактивных веществ солода. Однако способ перезамачивания, несмотря на простоту технического решения, не обладает достаточной эффективностью с точки зрения целенаправленного воздействия на биохимические процессы, происходящие при замачивании зерна и дальнейшем его проращива-

нии. Кроме того, использование повторной воды небезопасно в микробиологическом отношении. Вероятность повышения бактериальной обсемененности замачиваемого зерна требует дополнительного фильтрования, дезинфекции, осветления воды на сепараторе [2].

Для интенсификации процесса солодоращения на оболочку зерна воздействуют механически. Добиваются ее частичного удаления и более быстрого проникновения влаги внутрь зерна при замачивании.

Значительное место в интенсификации солодоращения занимают способы, основанные на применении активаторов роста зерна и ингибиторов процесса дыхания ячменя при проращивании. В качестве активатора роста при солодоращении наибольшее распространение получил гиббереллин. В соответствии с этим разработан ряд способов применения гибберелловой кислоты для сокращения сроков солодоращения и получения солода хорошего качества с высокой ферментативной активностью. Но использование одной гибберелловой кислоты обычно приводит к некоторым потерям сухих веществ ячменя. Усиление роста зерна, вызываемое гибберелловой кислотой, увеличивает потери на дыхание и рост корешков.

Применение формальдегида при солодоращении вызывает ингибирование роста ячменя. При этом в солоде снижается активность амилаз и протеаз, уменьшается количество антоцианогенов, подавляется развитие посторонней микрофлоры, а в пиве повышается коллоидная стойкость.

При обработке ячменя спиртом в раствор из оболочек зерна переходят вещества, тормозящие рост зародыша.

При добавлении в замочную воду щелочных растворов ускоряется процесс замачивания ячменя, по-

вышается скорость проникновения воды в зерно, стимулируется выщелачивание из оболочек ячменя полифенольных и горьких веществ, способных регулировать ростовые процессы, происходящие в замоченном зерне. Применение щелочного замачивания ячменя повышает коллоидную стойкость полученного из такого солода пива, уменьшает количество антоцианогенов и катехинов в солоде и пиве. Однако повышенная концентрация щелочи в замочной воде препятствует образованию и действию в ячмене важнейших групп ферментов, что впоследствии отрицательно сказывается на осветлении и стабильности пива.

Большое значение при замачивании имеет солевой состав воды, так как ионы металлов и неметаллов проникают внутрь зерна и влияют на жизнедеятельность зародыша.

Большое практическое значение имеет применение для интенсификации солодоращения микроорганизмов, вырабатывающих биологически активные вещества.

Введение отдельных ферментов или их комплексов в замочную воду позволяет активизировать процесс солодоращения ячменя, регулировать биохимические процессы, происходящие при солодоращении. Такими ферментными препаратами могут быть амилазы, протеазы, цитазы или их комплексы.

Все более широкое распространение в теории и практике солодоращения получает применение физических факторов воздействия на зерно.

Известен способ обработки зерна ионизирующим излучением, приводящий к увеличению ферментативной активности солода [3]. Недостатком способа является необходимость использования дорогостоящего оборудования и возникновение дополнительных затрат на создание защиты для работающего персонала.

Известен способ, в котором для повышения ферментативной активности солода было предложено обрабатывать замоченное зерно токами высокой частоты [3]. Недостатком способа является использование сложной и дорогостоящей аппаратуры для осуществления воздействия на замоченное зерно тока высокой частоты. Кроме того, необходимо применять специальные меры защиты обслуживающего персонала от действия тока высокой частоты, что приводит к дополнительному усложнению конструкции и увеличению ее стоимости.

Существует способ, увеличивающий активность ферментов, вызывающих гидролиз запасных веществ эндосперма, включающий пропускание через предварительно замоченное зерно постоянного электрического тока величиной от 0,001 до 1 мА [3]. Недостатком является то, что затрачивается большая полезная мощность, а это требует дополнительных энергетических затрат.

Обработка ячменя в ультразвуковом поле с применением кварцевого преобразователя при час-

тоте колебаний 800 кГц в течение 1-10 мин. способствует увеличению энергии прорастания почти в 2 раза. Ультразвук активирует окислительно-восстановительные и другие биохимические процессы, происходящие в зерне при солодоращении, что приводит к сокращению сроков приготовления солода на 25%.

Электромагнитные поля с высокой частотой (20-80 МГц) также при определенных режимах могут стимулировать рост зародыша, ускорять ферментативные процессы. Под действием электромагнитных излучений ионизируется воздух, образуются ионы кислорода, азота ингибируют дыхательные процессы в прорастающем зерне.

При обработке ячменя в электрическом поле при напряжении 12,8 кВ и времени экспозиции 10 мин. у ячменя наблюдается повышение прорастаемости на 7-10 %. Такая обработка способствует лучшему переходу в водорастворимое состояние запасных веществ эндосперма зерна, интенсивному накоплению в нем ферментов. В результате этого воздействия ферменты освобождаются из связанного состояния, наблюдается увеличение их активности, а это приводит к ускорению ростовых процессов на ранних этапах развития зародыша.

При обработке зерна γ -лучами угнетается дыхание зерна, тормозится развитие микроорганизмов, обсеменяющих зерно.

Из всех перечисленных способов интенсификации процесса солодоращения наиболее эффективны способы с применением биологически активных веществ, но эти способы не являются экологически чистыми. Солод как основное сырье для производства пива, кваса и концентратов лечебно-профилактического назначения не должен содержать нитритов, канцерогенных и токсичных веществ, радионуклидов и тяжелых металлов, пестицидов и других вредных для организма человека химических веществ [4]. Поэтому имеет смысл применять для интенсификации процесса производства солода электрофизические способы. В практическом отношении представляет интерес воздействие на ячмень переменного неоднородного электрического поля высокой напряженности [5].

Наши исследования показали, что при обработке ячменя переменным неоднородным электрическим полем напряженностью 1,3 МВ/м [6] происходит увеличение амилолитической активности солода в процессе солодоращения на пятые сутки в среднем на 40%, и сокращение времени солодоращения на 1-2 суток.

Исследования по определению амилолитической активности солода проводились в НИАЛ БГАТУ согласно технологическому графику для получения солода из пивоваренного ячменя по методу Виндиша-Кольбаха (табл.1.)

Таблица 1.

Замачивание

Дни	Наименование производственных операций	Продолжительность
1/12 ⁰⁰	Мойка и дезинфекция зерна, снятие сплава	1ч
1/13 ⁰⁰	Набор воды и выдержка зерна под водой (желательно перемешивать зерно периодически через центральную трубку)	4ч
1/17 ⁰⁰	Спуск воды и включение автоматики орошения зерна с автоматическим отключением подачи воды и пуском вентилятора для отсоса воздуха и удаления двуокиси углерода из межзернового пространства, в т.ч. длительность циклов (операций) следующая: - орошение зерна через сегнерово колесо - отсос воздуха через толщу зерна	20ч 1-1,5ч 5-15мин
2/13 ⁰⁰	Выключение автоматики и набор воды в чан, выдержка зерна под водой	2-4ч
2/17 ⁰⁰	Спуск воды, выключение автоматики и орошение зерна с периодическим просасыванием воздуха	14ч
3/7 ⁰⁰	Выключение автоматики, набор воды в чан и выдержка зерна под водой	2ч

Проращивание

Продолжительность проращивания зерна, сут	Число ворошений в сутки	Рекомендуемая температура в солоде, °С	Примечание	
1	3/9 ⁰⁰	2	12-14	
2	4/9 ⁰⁰	2	14-15	Определение массовой доли влаги и мальтозы
3	5/9 ⁰⁰	2	15-16	Определение массовой доли влаги и мальтозы
4	6/9 ⁰⁰	2	16-17	Определение массовой доли влаги и мальтозы
5	7/9 ⁰⁰	2	15-16	Определение массовой доли влаги и мальтозы
6	8/9 ⁰⁰	2	15-16	

Эксперименты выполнены дважды с двойной повторностью. Отбирались пробы: контроль (необработанный ячмень); ячмень, обработанный неоднородным электрическим полем высокой напряженности за 20 часов до замачивания; ячмень, обработанный тем же способом перед солодоращением.

В пивоварении принято определять активность солода, величина которой дает представление о суммарной осаживающей активности амилолитических ферментов, потому что одним из основных требований, предъявляемых к пивоваренному солоду, является его быстрая самоосаживаемость. Поэтому и о качестве свежепросоженного солода можно в достаточной степени судить по активности его амилолитических ферментов.

Сущность метода Виндиша-Кольбаха [7] по определению амилолитической активности заключается в том, что солодовой вытяжкой анализируемого солода осаживают 2% раствор растворимого крахмала при pH 4,3 и образовавшуюся мальтозу определяют йодометрически.

Амилолитическая активность солода выражается количеством мальтозы (в г), образовавшейся из крахмала под действием ферментов 100 г солода.

Расчет амилолитической активности (в условных единицах Виндиша-Кольбаха) производят по формуле:

$$AC = \left[a - \left(\frac{b}{10} + c \right) \right] K \cdot 17,1, \quad (1)$$

где a — количество 0,1н раствора йода, связанного в основном опыте, мл;

b — количество 0,1н раствора йода, связанного солодовой вытяжкой, мл;

c — количество 0,1н раствора йода, связанного раствором крахмала, мл;

K — коэффициент, учитывающий разбавление солодовой вытяжки в опыте. При употреблении 10 г солода $K = 4$, при 20 г — $K = 2$, при 40 г — $K = 1$;

17,1 - число миллиграммов мальтозы, эквивалентное 1 мл 0,1н раствора йода.

Средние результаты за эксперименты представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Средние результаты экспериментов

№ образца	Характеристика образца	Амилолитическая активность (в условных единицах Виндиша-Кольбаха), ед./г (в пересчете на сухое вещество)			
		24 часа	48 часов	72 часа	96 часов
1	Зерно* без обработки (контроль)	177,22	175,1	243,32	283,0

Продолжение таблицы 2.

№ образца	Характеристика образца	Амилолитическая активность (в условных единицах Виндиша-Кольбаха), ед./г (в пересчете на сухое вещество)			
		24 часа	48 часов	72 часа	96 часов
2	Зерно*, обработанное за 20 часов до замачивания	173,49	214,8	306,5	424,0
3	Зерно*, обработанное после замачивания	208,81	192,46	273,75	351,0

Зерно – ячмень пивоваренный, сорт «Атаман»: крупность -84%, влажность – 14,1%, содержание белка – 11,38%.*

Пример расчета для образца №1.

Влажность свежепоросшего солода – 45%, для приготовления вытяжки взято 20 г солода.

На обратное титрование избытка йода в основном опыте израсходовано 20,5 мл тиосульфата натрия, следовательно, на окисление мальтозы пошло $25 - 20,5 = 4,5$ мл ($a = 4,5$); 12,5 мл вытяжки потребовали $25 - 21,5 = 3,5$ мл 0,1н раствора йода ($b = 3,5$). Количество йода, связанного раствором крахмала, $10 - 8,7 = 1,3$ мл ($c = 1,3$):

$$AC = \left[4,5 - \left(\frac{3,5}{10} + 1,3 \right) \right] 2 \cdot 17,1 = 97,47 \text{ ед./г}$$

В пересчете на сухое вещество

$$AC = \frac{97,47 \cdot 100}{100 - 45} = 177,22 \text{ ед./г.}$$

АС светлого свежепоросшего солода 300-400, темного солода — 400-500 ед./г.

Полученные результаты графически представлены на рис. 1.

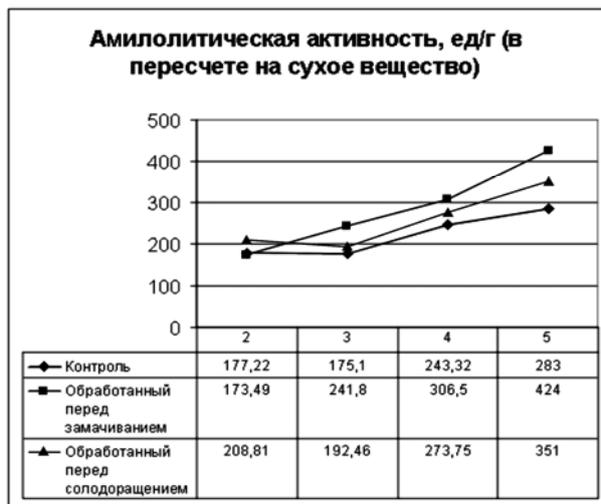


Рисунок 1. Амилолитическая активность солода в пересчете на сухое вещество

Достоверность различия при данном числе наблюдений через 96 часов после начала эксперимента определили, применив разностный метод обработки результатов [7]. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Разностный метод обработки результатов

Образцы	Контрольные	Обработанные перед замачиванием	Разность	Д	Д ²
Амилолитическая активность через 96 часов, ед/г					
1	227,22	400,55	+173,33	+32,9	1082,41
2	227,22	403,44	+176,22	+35,79	1280,92
3	328,67	443,44	+114,77	-25,66	658,44
4	351,85	449,24	+97,39	-43,04	1852,44
Σ	1134,96	1696,67	561,71	-	4874,21
М	283,74	424,17	140,43	-	-

Д - отклонение от средней разности.

Значение средней ошибки определяем по формуле:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum D^2}{(n-1)n}}$$

где n – количество экспериментов.

Показатель существенности разности:

$$t = \frac{M}{m}$$

$$m = \pm \sqrt{\frac{4874,21}{12}} = \pm 20,15;$$

$$t = \frac{140,43}{20,15} = 6,97.$$

$t_{st} = 5,841$ при вероятности возможной ошибки $P < 0,01$;

$$t > t_{st}.$$

Из полученных результатов следует, что применение неоднородного переменного электрического поля высокой напряженности для обработки ячменя достоверно ($P < 0,01$) увеличивает амилолитическую активность солода через 96 часов после солодоращения (возможность того, что вывод неправилен, меньше 1%, что является достаточным для биологического исследования).

Заключение

Обработка пивоваренного ячменя с помощью переменного неоднородного электрического поля высокой напряженности увеличивает амилолитическую активность солода. Предлагаемый способ увеличивает амилолитическую активность солода на различных этапах его получения (ячмень перед замачиванием и ячмень перед солодоращением). Наиболее значительно это заметно при обработке ячменя

перед замачиванием, так как содержание мальтозы через 72 часа после начала солодоращения составляет в среднем 306,5ед./г, а через 96 часов – 424ед./г, что соответствует амилолитической активности светлого и темного солода соответственно. При этом содержание мальтозы в солоде, полученном из ячменя, обработанного перед солодоращением, неоднозначно привело к положительному результату. А содержание мальтозы в контрольном образце через 72 часа (243,32ед./г) не соответствует амилолитической активности светлого солода, и через 96 часов – 283ед./г тоже. Из чего можно сделать вывод, что переменное неоднородное электрическое поле высокой напряженности действительно оказывает влияние на амилолитическую активность солода и позволяет сократить сроки солодоращения в среднем на 40%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федоренко, Б.Н. Инженерия пивоваренного солода: учеб.- справ. пособие/ Б.Н. Федоренко. – СПб.: Профессия, 2004. – 248 с.

2. Хорунжина, С.В. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива: учебн. пособ. для студентов вузов/ С.В. Хорунжина.– М.: Колос, 1999. – 312 с.

3. Способ обработки семян: пат. 2174296 РФ, А01С1/00 / И.А. Потапенко, В.К. Андрейчук, А.Е. Руднев, И.С. Иващенко, Е.А. Смеляков// Бюллетень изобретений, 2001, №21.

4. Домарецкий, В.А. Технология солода и пива: учебник/ В.А. Домарецкий. – Киев: Фирма «ИНКОС», 2004. – 432 с.

5. Электротехнология: учеб. пособ. для вузов/ В.А. Карасенко [и др.]. – М.: Колос, 1992. – 304с.: ил.

6. Пашинский, В.А. Стимулирование прорастания пивоваренного ячменя. / В.А. Пашинский, О.В. Бондарчук // Агропанорама, №6, 2008. – С. 25-28.

7. Косминский, Г.И. Технология солода, пива и безалкогольных напитков: лаборатор. практикум по техническому контролю производства/ Г.И. Косминский. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998. – 352 с.

УДК 664.69

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 21.05.2008

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МАТРИЦЫ ШНЕКОВОГО МАКАРОННОГО ПРЕССА

А.Б. Торган, ст. преподаватель, И.Е. Дацук, аспирант (УО БГАТУ)

Аннотация

Проведен анализ матриц для формования макаронных изделий и технологических особенностей процесса. Предложена новая конструкция матрицы для формования макаронных изделий, в которой взаимосвязаны геометрические параметры матрицы и формующей щели. Данная конструкция позволит повысить качество готовой продукции, уменьшить количество отходов и снизить энергоемкость процесса.

Введение

Макароны и макаронные изделия занимают важное место в культуре питания человека. Они относятся к основным продуктам питания и спрос на них достаточно стабилен.

Одна из стадий технологического процесса изготовления макаронных изделий включает формование теста путем продавливания его через отверстия (фильеры) в матрице, которые придают форму изделиям. Матрица является основным рабочим органом макаронного пресса. Ее конструкция должна обеспечивать получение изделий определенной формы, устойчивость этой формы в процессе дальнейшей обработки, высокую производительность пресса и хорошее качество продукции.

Матрица представляет собой плоский металлический диск (круглая матрица) или прямоугольную пластину (тубусная матрица) со сквозными отверстиями различного профиля.

В макаронной промышленности существуют три вида формующих отверстий макаронных матриц: отверстия с вкладышем для формования трубчатых изделий, отверстия без вкладыша для формования лапши и вермишели и щелевые отверстия для формования тестовых лент, ракушек и других видов коротких изделий. Матрицы изготавливают из антикоррозийных и прочных материалов, таких, как бронза БрАЖ9-4, латунь ЛС59-1, нержавеющая сталь 10Х18Н9Т. Вкладыши для матрицы изготавливают из того же материала, что и сами матрицы, иначе при контакте с тестом может возникнуть гальваническая пара и возникающие в ее системе слабые токи приведут к коррозии металла [1].

Одним из основных требований, предъявляемых к матрице, являются ее антиадгезионные свойства, т.е. устранение прилипания теста к формующим отверстиям. Для формующих отверстий выпускаются специальные вставки из тефлона (фторопласта), или матрицы полируют, хромируют, но последние способы менее эффективны. Однако получаемый при этом эффект не-

продолжителен: полировка быстро истирается, изделия приобретают повышенную шероховатость.

В 1965 г. появились матрицы с прессующими вставками из тефлона (химическое название – политетрафторэтилен). Первые макаронные матрицы со вставками из тефлона испытывались в Детройте (США), затем их стали применять в Италии и других европейских странах.

Изготовление матриц полностью из пластических масс невозможно ввиду их недостаточной механической прочности. Поэтому пластики применяются в виде сменных гильз, колец и пластинок — вставок. Надо учитывать также другой существенный недостаток пластмасс, в частности, фторопласта-4, который при повышенном давлении обладает хладотекучестью. Нельзя допускать, чтобы фторопластовые вставки находились под нагрузкой. Они должны выполнять функцию своеобразной смазки формирующей поверхности основного металла матрицы. Пластмассовые вставки могут воспринимать лишь небольшую нагрузку, вызываемую трением теста.

Чрезвычайно велико разнообразие форм и видов формирующих отверстий макаронных матриц. Тем не менее, их можно свести к трем основным видам:

- 1) отверстия с вкладышами для прессования трубчатых изделий;
- 2) отверстия без вкладышей для прессования сплошных изделий типа лапши и вермишели;
- 3) отверстия щелевидные для прессования листовых лент.

Так, например, известна конструкция матрицы для производства макаронных изделий, в которой с целью снижения сопротивления прессования, упрощения конструкции и повышения надежности работы, верхняя часть каждого формирующего элемента представляет собой фигурный венец [2].

Кроме того, над каждым отверстием формирующего элемента установлены перегородки, концы которых соединены с фигурным венцом. Предлагаемая матрица позволяет правильно рассчитать основные конструктивные параметры матрицы во взаимосвязи с размерами входящих в ее состав деталей.

Интерес представляет и конструкция матрицы для производства макаронных изделий, в которой с целью упрощения конструкции и повышения эксплуатационных свойств путем интенсификации теплоотвода при выпрессовывании изделий, вкладыш выполняют из двух элементов, один из которых представляет собой опорный двухступенчатый диск со сквозными отверстиями, а другой – формирующую обойму, причем последняя образована армированием опорного диска антиадгезионным материалом со сквозными отверстиями, торцом, причем формирующие отверстия выполнены в обойме так, что каждое гнездо расположено в зоне сквозного отверстия диска [3].

Положительным моментом в данной конструкции матрицы является расположение отверстий по концентрическим окружностям, причем, как в самой матрице, так и во вкладышах.

Вместе с тем, предлагаемое техническое решение имеет сложную конструкцию, что существенно снижает его ценность.

Привлекает внимание и матрица для прессования вермишели, которая представляет собой плоский перфорированный диск определенной толщины, причем, отверстия перфорации выполнены ступенчато по толщине матрицы, их диаметр и высота ступеней уменьшаются по ходу движения теста в сторону выходной формирующей щели [4].

Но и в этом устройстве матрицы имеется недостаток. В данной конструкции матрицы отсутствует взаимосвязь геометрических параметров перфорации с размерами матрицы. Это не позволяет получить равномерное и постепенное сжатие теста и, тем самым, достичь постоянного значения коэффициента уплотнения теста, и, как следствие, возникает различное гидравлическое сопротивление в ступенях входных отверстий матрицы, что снижает производительность прессы и ухудшает качество готовой продукции.

Существенным недостатком прессования на шнековых макаронных прессах является неравномерность выпрессовывания макаронных изделий по плоскости матрицы, а также в конструкциях матриц обычно отсутствует взаимосвязь геометрических параметров перфорации с размерами матрицы, что способствует возникновению пульсирующего давления и неравномерному возрастанию силы гидравлического сопротивления. Все это приводит к увеличению количества отходов в виде обрезков, ухудшению качества продукции, и, в конечном счете – к снижению производительности прессы.

Основная часть

В результате изучения основных недостатков формирующих механизмов была предложена конструкция матрицы, в которой взаимосвязаны геометрические параметры матрицы и формирующей щели соотношением

$$\frac{S_m}{f_{омв} \cdot z_{омв}} = \frac{d_{омв}^2}{d_1^2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_2^2}{d_{щ}^2},$$

где S_m – площадь матрицы; $f_{омв}$ – площадь входных отверстий матрицы; $d_{омв}$ – диаметр входного отверстия матрицы; d_1 – диаметр входного отверстия первой ступени; d_2 – диаметр входного отверстия второй ступени; $d_{щ}$ – диаметр формирующей щели; $z_{омв}$ – количество входных отверстий матрицы.

Использование соотношения в конструировании матриц

$$\frac{S_m}{f_{омв} \cdot z_{омв}} = \frac{d_{омв}^2}{d_1^2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_2^2}{d_{щ}^2}$$

позволяет достичь постепенного увеличения гидравлического сопротивления во всех ступенях входных отверстий матрицы, что равномерно увеличивает давление и дает возможность получить постепенное уплотнение теста от одной ступени отверстий матрицы к другой и, как следствие, достижение по-

стоянного и постепенного сжатия теста при одинаковом коэффициенте уплотнения, т.е. $k_1 = k_2 = k_3 = k_4$. Это позволяет получить технический результат – стабилизацию движения теста через матрицу, с постепенным увеличением гидравлического сопротивления, что, тем самым, повышает качество формования и производительность матрицы, снижает энергоёмкость, а, следовательно, повышает эффективность работы устройства.

Данная конструкция матрицы представляет собой плоский перфорированный диск 1 диаметром D_m постоянной толщины и общей площадью S_m , отверстия перфорации 2 выполнены ступенчато по толщине матрицы, при этом высота ступеней и их диаметры уменьшаются по ходу движения теста в сторону выходной формующей щели 3 (рис. 1). Матрица по толщине диска 1 в горизонтальной плоскости условно разделена на ряд ступенчатых зон (рис. 2). Первая зона (I) образована предматричной камерой 4 и входным отверстием 5 диаметром $d_{отв}$. Вторая зона (II) образована переходом входного отверстия 5 в отверстие 6 диаметром d_1 , третья зона (III) образована отверстием 6 и отверстием 7 диаметром d_2 . Четвертая

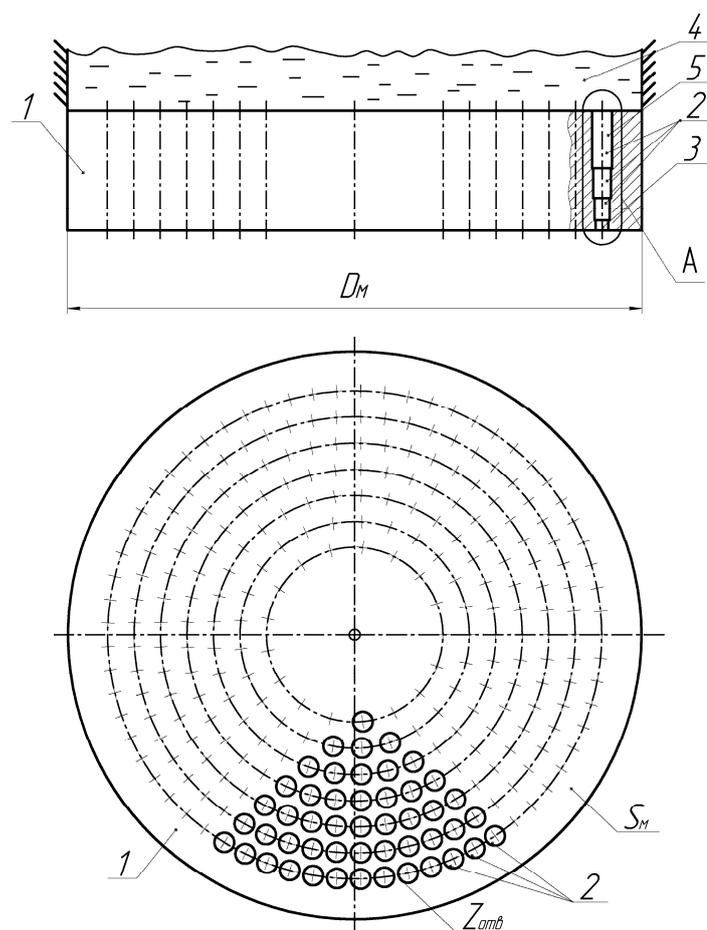


Рисунок 1. Принципиально-конструктивная схема матрицы

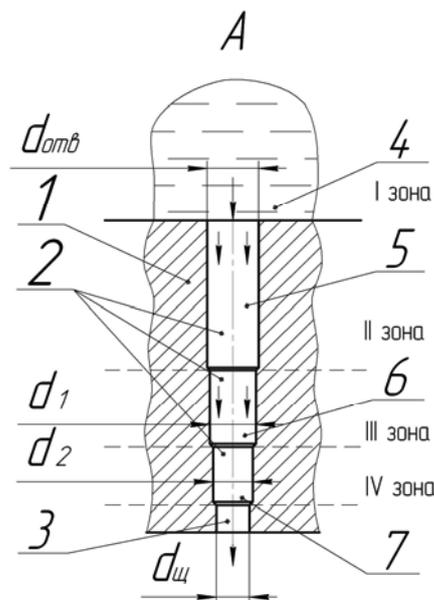


Рисунок 2. Ступенчатое отверстие перфорации для формования теста (вид А)

зона (IV) образуется переходом отверстия 7 в формующую щель 3 диаметром $d_{щ}$. $z_{отв}$ – входные отверстия перфорации 2 матрицы. Стрелками показано направление движение теста. Рабочее положение матрицы горизонтальное.

В данном устройстве матрицы геометрические параметры матрицы и входных отверстий связаны между собой соотношением

$$\frac{S_m}{f_{отв} \cdot z_{отв}} = \frac{f_{отв}}{f_1} = \frac{f_1}{f_2} = \frac{f_2}{f_{щ}}$$

где S_m – площадь матрицы; $f_{отв}$ – площадь входных отверстий матрицы; f_1 – площадь входного отверстия первой ступени; f_2 – площадь входного отверстия второй ступени; $f_{щ}$ – площадь формующей щели; $z_{отв}$ – количество входных отверстий матрицы.

Так как

$$S_m = \frac{\pi D_m^2}{4}, f_{отв} = \frac{\pi d_{отв}^2}{4}, f_1 = \frac{\pi d_1^2}{4},$$

$$f_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}, f_{щ} = \frac{\pi d_{щ}^2}{4},$$

где D_m – диаметр матрицы; S_m – площадь матрицы; $f_{отв}$ – площадь входных отверстий матрицы; f_1 – площадь входного отверстия первой ступени; f_2 – площадь входного отверстия второй ступени; $f_{щ}$ – площадь формующей щели; $d_{отв}$ – диаметр входного отверстия матрицы; d_1 – диаметр входного отверстия

первой ступени; d_2 – диаметр входного отверстия второй ступени; $d_{ц}$ – диаметр формирующей щели.

Окончательно получаем

$$\frac{D_m^2}{d_{омс}^2 \cdot z_{омс}} = \frac{d_{омс}^2}{d_1^2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_2^2}{d_{ц}^2}$$

или

$$\frac{S_m}{f_{омс} \cdot z_{омс}} = \frac{d_{омс}^2}{d_1^2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_2^2}{d_{ц}^2}.$$

Таким образом, работу формирующего механизма шнекового макаронного пресса с новой конструкцией матрицы можно описать следующим образом. В шнековой камере пресса тесто подвергается интенсивному механическому воздействию со стороны винтовой лопасти шнека, постепенно уплотняется, освобождается от включений воздуха, становится плотной, упруго-пластичной и вязкой массой. Сформировавшееся в шнековой камере тесто нагнетается далее в небольшое предматричное пространство, заканчивающееся прессовой матрицей с постепенным уменьшением сечения ступеней входных отверстий. Из предматричной камеры 4 тесто нагнетается в отверстие 5 зоны I, затем попадает в отверстие 6 зоны II, далее – в отверстие 7 зоны III и, наконец, в формирующую щель 3 зоны IV. При движении теста из зоны I в зону IV диаметры входных отверстий постоянно уменьшаются, и количество отверстий остается постоянным. Это приводит к уменьшению площади проходного (живого) сечения и, как следствие, к уплотнению и сжатию теста. Важно, чтобы уплотнение теста проходило последовательно, постепенно и равномерно. Это позволит равномерно и постепенно увеличить гидравлическое сопротивление и давление во всех ступенях входных отверстий. Данный процесс может характеризоваться коэффициентом уплотнения (сжатия), под которым понимается отношение объемов теста до и после сжатия (или до и после ступеней). С целью упрощения расчетов отношения объемов теста можно заменить отношением площадей.

Тогда, для первой зоны коэффициент уплотнения можно определить по формуле

$$k_1 = \frac{S_m}{f_{омс} \cdot z_{омс}}.$$

Для второй зоны

$$k_2 = \frac{d_{омс}^2}{d_1^2}.$$

Для третьей зоны

$$k_3 = \frac{d_1^2}{d_2^2}.$$

Для четвертой зоны

$$k_4 = \frac{d_2^2}{d_{ц}^2}.$$

$$\frac{S_m}{f_{омс} \cdot z_{омс}} = \frac{d_{омс}^2}{d_1^2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_2^2}{d_{ц}^2} \text{ и}$$

$$k_1 = k_2 = k_3 = k_4.$$

Следовательно, в данной конструкции матрицы коэффициент уплотнения теста имеет постоянное значение для всех зон в процессе выпрессовывания теста.

Выводы

Использование полученного соотношения в конструировании матриц позволит:

1. Получить постепенное и равномерное увеличение гидравлического сопротивления и давления во всех ступенях отверстий по ходу движения теста через матрицу, а, тем самым, снизить энергозатраты.
2. Достичь равенства коэффициента уплотнения теста.
3. Получить качественное формирование сырья.
4. Уменьшить количество отходов при формировании макаронных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Медведев, Г.М. Технология макаронного производства / Г.М. Медведев. – М.: Колос, 2000. – 272 с.
2. Матрица для производства макаронных изделий: а. с. 491365 СССР, МПК5 А 21 С11/16 / Ю.А. Лебедев, Б.А. Хохлов; Московский ин-т нар. хоз-ва им. Г.В. Плеханова; Московский Орден Труда. Красн. Знамя ин-т пищ. пром-ти. – № 1970728; заявл. 01.11.73; опубл. 15.11.75.
3. Матрица для производства макаронных изделий: а. с. 1773361 СССР, МПК5 А 21 С11/16/ И.В. Куликов, Я.Ф. Мучник; Харьковский опыт. электромех. завод «Элеватормельмаш»; Харьковский политехн. ин-т им. Ленина. – № 1970728; заявл. 05.12.88; опубл. 07.11.92.
4. Матрица для производства макаронных изделий: пат. 7401 Респ. Беларусь, МПК 7 А 21 С11/16/ В.Я. Груданов, А.А. Вискварко, Д.А. Смагин; заявитель Могил. гос. ун-т продовольствия. – № а 4612585; заявл. 18.07.02; опубл. 30.03.03.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ – ЗАЛОГ УСПЕХА РЫБНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

М.М. Радько, канд. экон. наук, директор, Д.Е. Радько, ст. лаборант (РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»); М.М. Усов, аспирант (УО БГСХА)

Аннотация

Проанализирована работа Института рыбного хозяйства в области создания новых технологических процессов выращивания рыбы и производства рыбных кормов, а также качества среды, профилактики заболеваний, экологической оценки биоресурсов и режимов их эксплуатации, акклиматизации новых видов рыб. Отмечено, что приоритетом остается повышение экономической эффективности прудового рыбоводства республики.

Введение

В условиях сложившейся экологической ситуации в мире, истощения природных ресурсов объектом пристального внимания многих стран становится развитие аквакультуры, т.е. выращивание рыбы и водных организмов в искусственных условиях. Даже страны, имеющие выход к морю, стремятся развивать рыбоводство, так как это гарантированный источник рыбной продукции.

Ресурсы мирового океана значительно истощены, пополнение продовольствия за счет этого источника проблематично. И, конечно же, в сложившихся условиях следует искать и использовать внутренние резервы, способные обеспечить должный уровень производства рыбной продукции.

Основной потенциальной возможностью аквакультуры Беларуси и одним из приоритетных направлений рыбохозяйственной деятельности является интенсификация рыбоводства.

Принятая в Республике Беларусь Государственная программа возрождения и развития села предусматривает опережающий рост производства сельхозпродукции, включая и увеличение производства товарной рыбопродукции [1]. Предполагается, что к 2010 г. суммарное производство свежей рыбы возрастет до 18-20 тыс. тонн в год, при этом рост будет достигаться за счет реконструирования и возвращения в оборот прудовых площадей и увеличения их рыбопродуктивности [2]. Сложность решения этой задачи обусловлена ограниченным количеством материальных ресурсов при постоянном росте их стоимости. Увеличение стоимости энергоресурсов (природный газ, ГСМ, электроэнергия) определяет и увеличение стоимости фуражного зерна, комбикормов, минеральных удобрений, на долю которых в структуре себестоимости получаемой в рыбоводных хозяйствах рыбной продукции приходится до 50-60%. В свою очередь, в стране имеется определенная материальная

база в виде действующих рыбоводных предприятий, прудовых площадей сельхозкооперативов, мощностей по выращиванию рыбы на промышленных предприятиях, рыболовных угодий в виде арендуемых рек, озер и водохранилищ, на которых, возможно, и уже идет производство товарной рыбной продукции [3]. Наибольшее значение среди этого производственного фонда имеют специализированные прудовые хозяйства (рыбхозы), на долю которых приходится свыше 80% объемов производства товарной рыбы. Однако структуру вылова рыбы в прудовых хозяйствах нельзя назвать рациональной. Как и ранее, доминирующим видом остается карп (80-88%), а вторым по значимости - серебряный карась (4-10%). Эти два вида рыб служат главными потребителями концентрированных кормов, скармливаемых рыбе при прудовом выращивании, а, следовательно, дальнейший рост производства прудовой рыбы при сохранении структуры производства неизбежно повлечет за собой и адекватный рост затрат. Из рыб, не потребляющих искусственные корма, или потребляющих их в минимальном количестве, выращивают щуку и растительноядных рыб (суммарный объем выращивания около 5-6%). Таким образом, ассортимент базовых видов сохраняется на уровне 80-х гг.

Основная часть

Авторами статьи представлен анализ результатов исследований в таких направлениях, как совершенствование селекционной работы, технологических процессов, кормов и кормления рыбы, увеличения естественной продуктивности кормов и добавок, профилактики заболеваний. Покупательский спрос диктует необходимость получения рыбы улучшенных товарных качеств (повышенный выход тушки, малочешуйность, отсутствие внешних и внутренних признаков заболеваний) [4]. Этому способствует переход в работе с традиционным карпом на чистые породы и линии белорусской селекции, адаптированные к ме-

стным условиям, а также использование в товарном производстве межпородных кроссов и помесей. Институтом завершены работы по выведению двух белорусских пород карпа – «Ляхвинский чешуйчатый» и «Изобелинский». Создано коллекционное стадо импортированных пород карпа, а также амурского сазана. Разработана и передана промышленности схема оптимальных скрещиваний родительских групп карпа применительно к почвенно-климатическим условиям каждого хозяйства [5]. Комбинационные способности пород и получаемых от них кроссов позволяют увеличить выживаемость при зимовке и летнем нагуле, добиться более высокого темпа роста, что обеспечивает прирост рыбопродукции до 2 ц/га. Широкое освоение новых пород позволило к настоящему времени довести долю чистопородных карпов в рыбхозах страны до 60%. В перспективе планируется полностью перевести рыбоводство на выращивание чистых пород и промышленных помесей. Чтобы достичь этой цели предполагается создание межведомственного Республиканского научно-селекционного центра по тиражированию селекционных достижений (карпа и других видов рыб) с целью их более широкого внедрения в производство.

В настоящее время ведутся работы по реконструкции рыбоводных участков «Изобелино» и «Вилейка», на базе которых создается научно-селекционный центр.

В составе селекционного центра предусмотрено строительство воспроизводственного комплекса или инкубационного цеха по получению и тиражированию не только чистых линий, групп и кроссов карпа, но и ряда аборигенных видов рыб. Расчетная мощность инкубационного цеха составляет 31,4 млн. экземпляров личинок в год, в том числе 10 млн. личинок карпа, 1,4 млн. личинок осетровых рыб и 20 млн. личинок аборигенных видов рыб для зарыбления озер Национальных парков Беларуси, рек, прудов и других водоемов, пригодных для рыбоводства, а также для восстановления численности исчезающих видов рыб и сохранения биологического разнообразия ихтиофауны.

С учетом сезонных особенностей роста карпа в прудах, производству предложено перейти на частичное использование менее дорогостоящих малокомпонентных комбикормов, рецептура которых разработана институтом [6]. Малокомпонентные корма отличаются от традиционных более низким содержанием белка и сырой клетчатки, а также повышенным содержанием легкоусвояемых углеводов. Цена таких кормов на 20% ниже, чем традиционных, и их можно использовать во второй половине вегетационного сезона без ущерба для рыбопродуктивности. Располагая даже высокопродуктивными кормами, необходимо определить, в какой период и в каком количестве их использовать. Установлено, что в течение сезона доля энергии, расходуемой на бел-

ковый прирост, меняется. Если в конце мая она составляет 37%, то к концу сезона всего около 5%. Остальная энергия расходуется на жиронакопление. По результатам работы за 2007-2008 гг. выработана практическая схема и оптимальный вариант применения удешевляющих видов кормов при выращивании товарной рыбы. Как показала практика, в технологической структуре кормления карпа должно быть 60% специализированных кормов с содержанием протеина 23% и 40%, кормов с более низким содержанием протеина – 13%. Данная схема позволила в 2008 году удешевить стоимость рыбных кормов, несмотря на стремительный рост цен, в среднем на 15-18%, обеспечив выход рыбопродукции 10-12 ц/га.

Увеличению эффективности усвоения комбикормов служит введение в них витаминно-минеральных добавок, а также экзогенных ферментов.

Переход на выпуск и использование комбикормов с добавками позволяет снизить общий расход корма на единицу полученной продукции на 10%, а увеличение водостойкости гранул – еще на 5-8%, тем самым уменьшая объем затрат на единицу получаемой продукции.

Живые корма в рационе прудовой рыбы имеют большое значение, поэтому работы по стимулированию кормовой базы по-прежнему остаются весьма актуальными. Институтом разработаны рекомендации по использованию отходов пищевой и перерабатывающей промышленности (дробина пивная, барда зернокартофельная, жом свекловичный). Регламентированное внесение отходов позволяет достигать равноценного удобрительного эффекта и увеличить естественную рыбопродуктивность прудов на 50% при существенном уменьшении затрат минеральных удобрений и без ущерба для качества получаемой товарной продукции.

Продолжая тему ресурсосбережения и снижения затрат на единицу продукции, очень важно осуществить переход от монокультуры карпа к поликультуре рыб с широким спектром питания, максимально использующих естественные кормовые ресурсы водоема.

Наиболее предпочтительны, с точки зрения эффективного использования энергии кормовых гидробионтов, растительноядные рыбы дальневосточного ихтиокомплекса (белый амур, белый и пестрый толстолобик), потребляющие кормовые ресурсы водоема, неиспользуемые другими рыбами [7].

Освоение полной поликультуры (карп, растительноядные и хищные рыбы) позволит не только сохранить высокую рыбопродуктивность прудов (в пределах 10-12 ц/га), но и обеспечит сокращение удельных затрат концентрированных кормов не менее чем на 30%, что снизит себестоимость и повысит рентабельность производства прудовой рыбы.

Для обеспечения экономической эффективности и повышения конкурентоспособности прудового хозяйства, требуется довести объем добавочных рыб (как

мирных, так и хищных) в структуре производства до 40-50% при сохранении на нынешнем уровне или сокращении основных затрат на выращивание рыбы.

Наряду с традиционными, изучаются и нетрадиционные объекты рыбоводства. В частности, в институте завершены работы по разработке технологии разведения и товарного выращивания европейского сома, позволяющей получать до 60 кг/га рыбопродукции сома при выращивании в поликультуре с карпом и растительноядными [8]. Помимо сома, ведутся работы по отработке технологии прудового выращивания судака, пеляди.

Проводятся работы по введению в прудовую поликультуру нового объекта рыбоводства – веслоноса. Веслонос – это единственный представитель отряда осетрообразных, питающийся планктоном. Особый интерес, в плане акклиматизации и введения в культуру рыбоводства североамериканского веслоноса, связан с приоритетным значением в современном рыбоводстве разработок низкочастотных ресурсосберегающих технологий. Веслонос, как объект прудового и пастбищного рыбоводства, позволит утилизировать огромные биоэнергетические ресурсы внутренних водоемов в виде продукции зоопланктона и детрита, слабо используемые местными видами рыб, трансформируя их в ценную рыбную продукцию.

Впервые в Беларуси усилиями ученых и производственников освоено искусственное воспроизводство и прудовое выращивание стерляди, проведен подбор водоемов вселения и проведены экспериментальные работы по зарыблению с целью формирования самовоспроизводящихся популяций. Перспективным представляется выращивание посадочного материала язя, озерной формы синца, налима, с целью последующего зарыбления рыболовных угодий. Помимо стерляди, на рыбоводных предприятиях страны впервые проведено эффективное воспроизводство бестера.

Большой урон рыбоводству наносят инфекционные и инвазионные болезни. При этом урон определяется не только прямой гибелью рыбы, но и снижением темпа ее роста, а также ухудшением потребительских качеств. На профилактику и лечение заболеваний направлены новые разработки института (антибиотики, препараты-пробиотики и антгельминтики и методы их использования), что позволило предотвратить массовые эпизоотии в рыбоводных хозяйствах в переходный период. Важным шагом в направлении повышения резистентности к наиболее опасным инфекционным заболеваниям послужили разработка препаратов-пробиотиков, а также начало

исследований по разработке вакцин с использованием природных штаммов бактерий.

Выводы

Таким образом, использование чистых пород и линий белорусской селекции, применение удешевляющих видов кормов в объеме 40% от всего количества, увеличение объемов поликультуры растительноядных и хищных видов рыб, использование комплексного метода стимулирования развития естественной кормовой базы за счет применения органических и минеральных удобрений и внесения кормовых дрожжей позволят снизить себестоимость рыбной продукции более чем на 20%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа возрождения и развития села на 2005-2010 годы. – Мн.: Беларусь, 2005. – 95 с.
2. Республиканская программа развития рыбной отрасли на 2006-2010 годы. – Мн.: Беларусь, 2006. – 21 с.
3. Кончиц, В.В. Состояние и перспективы развития рыбоводства Беларуси: материалы междунар. научно-практич. конф. "Рациональное использование пресноводных экосистем – перспективное направление реализации национального проекта "Развитие АПК", Москва 17-19 декабря 2007г./ В.В. Кончиц. – М., 2007. – С.75-80.
4. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси / под общ. ред. В.В. Кончица. – Минск: Тонпик, 2006. – 332 с.
5. Таразевич, Е.В. Рыбохозяйственные показатели потомства 8-го поколения селекции тремлянского карпа и помесей с ним/ Е.В. Таразевич, Л.С. Дударенко, А.А. Алексеева// Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. – Мн., 2007. – Вып.23.
6. Использование малокомпонентных комбикормов при выращивании карпа / А.В. Астренков и [др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Минск, 2008. – Вып. 24. – С. 39-45.
7. Сабодаш, В.М. Рыбоводство / В.М. Сабодаш. – М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2006. – 301 с.
8. Биологическая характеристика молоди европейского сома, полученной заводским способом в условиях прудовых хозяйств Республики Беларусь, и технологические элементы ее подращивания: сб. науч. тр./ С.И. Докучаева [и др.] //Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – Мн. – 2003. – Вып. 19.– С. 66-72.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОЦЕССА ГРАНУЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМА ДЛЯ ПТИЦЫ

Ж.В. Кошак, канд. техн. наук, доцент, А.В. Иванов, докт. техн. наук, профессор,
А.Э. Кошак, аспирант (УО МГУП)

Аннотация

В статье рассмотрен процесс гранулирования при производстве комбикормов. Исследована энергоёмкость процесса гранулирования. Подобраны параметры процесса гранулирования при производстве комбикорма КД-П-5 для бройлеров, при котором достигается наименьшая энергоёмкость процесса.

Введение

Одним из наиболее прогрессивных технологических приемов в производстве комбикормов является гранулирование. Этот процесс улучшает физические свойства, условия хранения, транспортирования и раздачи комбикормов, повышает их усвояемость и увеличивает продуктивность животных, птицы, рыбы при сокращении расхода кормов. Ввиду значительной эффективности гранулированных комбикормов их удельный вес в общем объеме производства кормов неуклонно растет.

Наряду с увеличением объема производства, актуальной становится задача улучшения качества гранулированных комбикормов и снижения энергоёмкости процесса производства.

Слагаемые качества гранулированных комбикормов характеризуются совокупностью органолептических, физических, механических и химических свойств сырья, обуславливающих его поведение в процессе переработки.

Для гранулирования кормов важной характеристикой качества являются структурно-механические свойства гранул, которые увязывают структурные особенности продукта с его реакцией на механические воздействия. К ним относят плотность, истираемость (крошимость), ударную прочность, твердость, водостойкость, которая характерна для кормов рыб [1].

Совместное действие влаготепловой обработки и значительного механического давления при гранулировании повышают доступность питательных компонентов корма к действию ферментов желудочно-кишечного тракта животных и улучшают его переваримость и усвояемость. Оптимальная по времени и температуре влаготепловая обработка, присущая процессу гранулирования, не оказывает отрицательного влияния на переваримость белка.

К основным факторам, влияющим на энергоёмкость процесса и прочность гранул, относятся состав рецепта, гранулометрический состав компонентов рассыпного комбикорма, размер и форма фильер матрицы пресс-гранулятора, расход пара и загрузка электродвигателя.

Основная часть

Авторами был исследован процесс гранулирования при производстве рецепта КД-П-5 для бройлеров в возрасте 1-30 дней. Основными компонентами в рецепте являются зерно и шрота.

Исследования проводились с целью определения влияния на энергоёмкость процесса гранулирования влаготермической обработки и загруженности электродвигателя. В связи с этим была разработана методика оценки энергоёмкости процесса в условиях производства. Для определения производительности пресс-гранулятора была разработана конструкция перекидного клапана, позволяющего определить производительность в любой момент времени без остановки пресс-гранулятора.

Клапан состоит из рукоятки, патрубка для отбора проб, внутри клапана установлена пластина, перекрывающая рабочую зону и отводящая продукт в патрубок. Перекидной клапан, установленный на производственный пресс-гранулятор, представлен на рис. 1.



Рисунок 1. Перекидной клапан

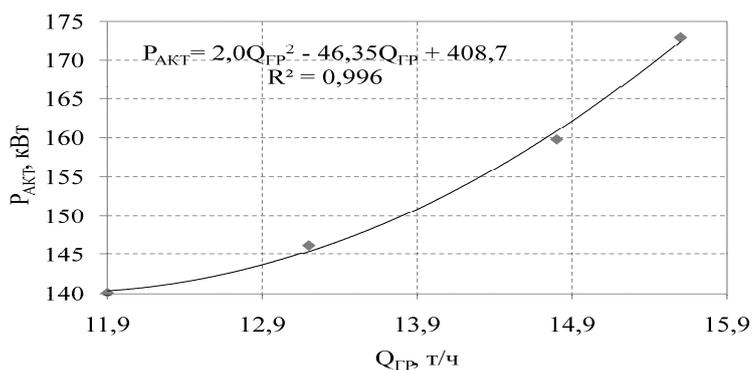


Рисунок 2. Зависимость активной мощности от производительности пресс-гранулятора

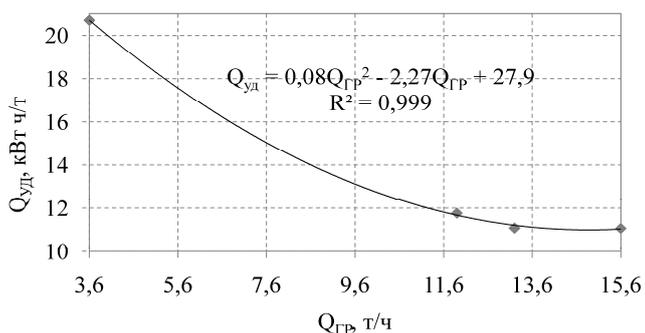


Рисунок 3. Зависимость удельной энергоёмкости от производительности пресс-гранулятора

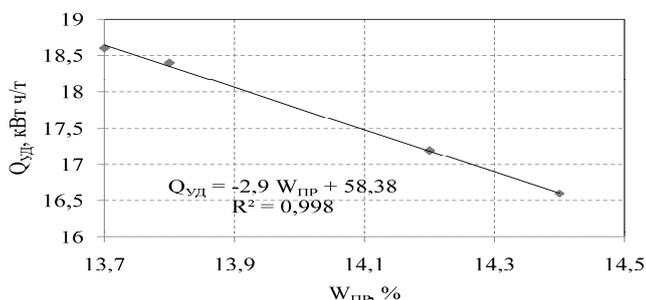


Рисунок 4. Зависимость удельной энергоёмкости процесса гранулирования от влажности пропаренного комбикорма

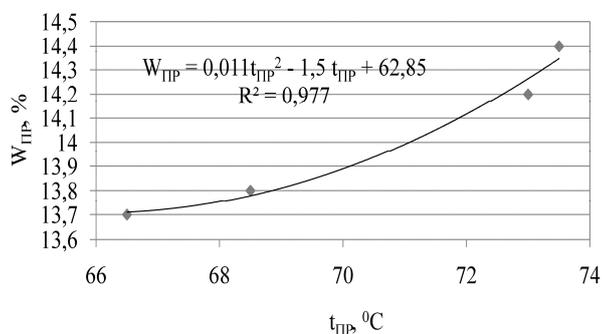


Рисунок 5. Взаимосвязь влажности пропаренного комбикорма и температуры

На рис. 2 показана экспериментально полученная зависимость затрачиваемой активной мощности от изменения производительности для рецепта КД-П-5.

При увеличении производительности пресс-гранулятора на 24 % активная мощность увеличивается на 19 %. Следует обратить внимание на то, что с ростом производительности активная мощность увеличивается не прямо пропорционально. В процессе экспериментов с различной производительностью на рецепте КД-П-5 была определена удельная энергоёмкость процесса гранулирования. Зависимость удельной энергоёмкости процесса гранулирования от производительности представлена на рис. 3.

Полученные данные показывают, что при увеличении производительности пресс-гранулятора на 76,9 % происходит снижение удельных энергозатрат при постоянстве всех других показателей на 46,5 %.

Поэтому при эксплуатации пресс-грануляторов необходимо уделять особое внимание загрузке электродвигателей, что приводит к снижению энергоёмкости процесса без применения каких-либо специальных технологических приемов.

Большое влияние на энергоёмкость процесса гранулирования оказывает удельное количество подаваемого пара в смеситель пресс-гранулятора. Косвенными показателями удельного расхода пара являются температура и влажность пропаренного комбикорма, а также температура в камере смесителя пресс-гранулятора. На основании проведенных исследований для рецепта КД-П-5 было получено, что с увеличением влажности пропаренного комбикорма падает энергоёмкость процесса. Графическая зависимость представлена на рис. 4.

С ростом влажности пропаренного комбикорма на 5 % удельная энергоёмкость уменьшается на 11 % при постоянной производительности пресс-гранулятора равной 7,8 т/ч.

Взаимосвязь влажности пропаренного комбикорма и его температуры при изменении количества пара представлена на рис. 5.

С увеличением подачи пара растет температура пропаренного комбикорма и увеличивается его влажность. Была определена взаимосвязь влажности пропаренного комбикорма и температуры в камере смесителя пресс-гранулятора при изменении количества подаваемого пара. Зависимость представлена на рис. 6.

Увеличение температуры в камере на 10% свидетельствует об увеличении влажности пропаренного комбикорма на 5% при постоянной производительности пресс-гранулятора равной 7,8 т/ч на рецепте КД-П-5.

Выводы

Эксперименты показывают, что по температуре в камере пресс-гранулятора можно поддерживать необходимую влажность пропаренного комбикорма. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что снижение энергоёмкости процесса грану-

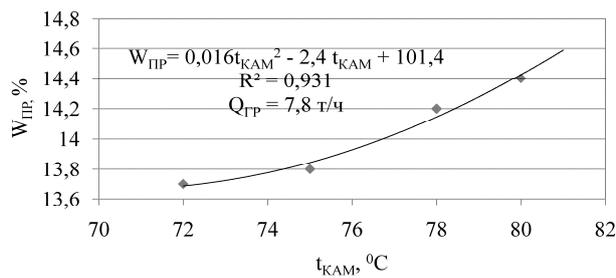


Рисунок 6. Взаимосвязь влажности пропаренного комбикорма и температуры в камере смесителя пресс-гранулятора

лирования возможно при подборе оптимальных параметров процесса, т.е. при оптимальной влажности пропаренного комбикорма для данного рецепта и при оптимальной температуре пропаренного комбикорма. На основании многочисленных опытов были получены оптимальные параметры процесса гранулирования

для рецепта КД-П-5: $t_{КАМ} = 80$ °C; $t_{ПР} = 75-78$ °C; $W_{ПР} = 14-14,5$ %. При данных параметрах процесса гранулирования достигается самая низкая удельная энергоёмкость процесса и максимальная производительность пресс-гранулятора. Удельная энергоёмкость составила 14,2 кВт ч/т.

На снижение энергоёмкости при производстве комбикорма КД-П-5 влияют: загрузка электродвигателя, влажность и температура пропаренного комбикорма. При поддержании данных параметров в оптимальных пределах достигается минимальная энергоёмкость процесса гранулирования комбикорма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаповаленко, О.И. Пути улучшения качества комбикормов/ О.И. Шаповаленко, В.А. Новикова, Б.И. Пикус. – М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР; сер. Комбикормовая промышленность. – 1985. – Вып. – 4. – С.1-7.

УДК 699. 86: 621. 643 (075. 8)

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 2.03. 2009

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ГОФРОВ ПРЕДИЗОЛИРОВАННЫХ ТРУБ КАСАФЛЕКС НА ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ

В.А. Коротинский, канд. техн. наук, доцент, Н.К. Зайцева, канд. техн. наук, доцент, С.И. Синица, ассистент, Н.В. Рехтик, Н.П. Воробей, студенты (УО БГАТУ)

Аннотация

Прокладка труб КАСАФЛЕКС обеспечивает надежность, долговечность, экологическую безопасность, высокие теплотехнические свойства изоляции, срок службы более 50 лет при повышенных параметрах теплоносителя. Целью данной работы является исследование влияния размеров гофров гибких предизолированных труб КАСАФЛЕКС на гидравлические режимы. На основании исследований выявлено, что данные размеры гофров создают дополнительное гидравлическое сопротивление по сравнению с гладкими ПИ-трубами. Изменение размеров гофров могло бы создать такие режимы, когда уменьшается или разрушается пограничный слой, который оказывает основное гидравлическое сопротивление, и, тем самым, добиться уменьшения потерь давления.

Введение

Качество трубопроводов тепловых сетей, их надежность, долговечность, ремонтпригодность, экологическая безопасность и энергоэффективность во многом зависят от выбора материала труб и тепловой изоляции, наличия нормативно-технической документации, применения новых современных технологий монтажа.

Большинство разводящих внутриквартальных тепловых сетей систем отопления и горячего водоснабжения построены из стальных труб с изоляцией из минераловатных изделий, которые подвержены наружной, внутренней коррозии и находятся в аварийном состоянии.

Следствием неудовлетворительного технического состояния тепловых сетей являются растущие потери воды и тепла, которые составляют [1] 30-40 % от общей выработки.

Решение вопроса повышения коррозионной стойкости и качества систем является сложным и дорогостоящим.

В Республике Беларусь принята Государственная комплексная программа модернизации основных производственных фондов белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения доли использования собственных топливно-энергетических ресурсов на 2006-2010 гг., одним из основных пунктов которой является внедрение современных новейших технологий в строительство систем теплоснабжения.

Применение гибких гофрированных металлических труб Касафлекс относится к внедрению современных новейших технологий и позволяет в кратчайший срок произвести монтаж в стесненных условиях, обеспечивая надежность, безопасность и повышенные сроки эксплуатации тепловых сетей с низкими теплотерями.

Основная часть

Касафлекс – гибкая труба для тепловых сетей. Она предназначена для использования в отопительных сетях и сетях горячего водоснабжения.

Труба Касафлекс имеет гофрированную напорную трубу, изготовленную из нержавеющей стали (X5 CrNi 18-10).

Теплоизоляция изготовлена из экологически чистого, вспененного, с применением бесфреоновой технологии, полиуретана, обладающего высокими теплоизоляционными свойствами. Внутри теплоизолирующего слоя проходит сигнальный кабель для подключения системы оперативного дистанционного контроля (ОДК). Кроме того, труба имеет гидроизолирующую оболочку из полиэтилена.

Гибкость материала дает возможность легкого приспособления труб Касафлекс к практически любой геометрии трассы.

Труба для теплотрасс Касафлекс (рис. 1) позволяет выбрать наикратчайший маршрут прокладки, независимо от сооружения традиционного трубопровода. Существующие магистральные трубопроводы можно пересекать либо над, либо под ними, преграды можно просто обходить.

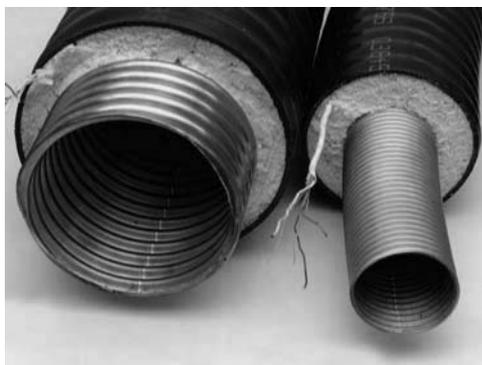


Рисунок 1. Конструкция труб Касафлекс

Труба Касафлекс [2] поставляется на объекты длинномерными отрезками требуемой длины (обычно в бухтах), что дает возможность обойтись минимальным количеством точек соединения.

Если учесть сокращение времени на прокладку труб, то применение труб Касафлекс [3] является не только идеальным с технической точки зрения решением, но и ключом к сокращению времени монтажа и производственных затрат. Укладка этих труб может быть произведена быстро и просто.

Физические свойства гофрированной напорной трубы позволяют производить их укладку без учета теплового расширения, отсутствует необходимость установки компенсаторов и неподвижных опор.

Монтаж соединительных деталей крайне прост. Они монтируются быстро и надежно с помощью обычных инструментов.

Достоинства предизолированных труб Касафлекс – это надежность работы, долговечность, экологическая безопасность, высокие теплотехнические свойства изоляции и большой срок службы при повышенных параметрах теплоносителя.

Технические данные труб Касафлекс приведены в табл. 1.

Разработана серийная технология накатки гофров. При этой технологии при обкатке тонкостенных трубок винтовыми роликами по наружной поверхности сразу образовывались периодические, расположенные с заданным шагом t канавки и плавно очерченные выступы заданной высоты внутри трубок (рис. 2).

Рассмотрим, как влияют накатанные гофры на удельные потери давления трубы Касафлекс.

Удельные потери давления R , Па/м зависят от диаметра трубы d , скорости (гидравлического режима) ϑ и коэффициента гидравлического трения λ [3].

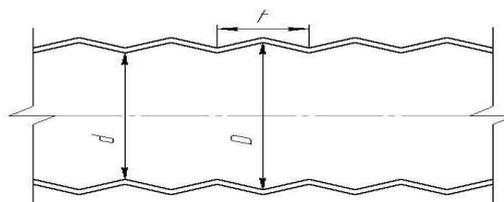


Рисунок 2. Продольный разрез трубы с поперечными накатанными винтообразными канавками на наружной стороне и выступами внутри

Таблица 1.

Технические данные труб Касафлекс

$d_{\text{вн}} / D_{\text{об}}$	$d \times S$, мм	шаг гофра t , мм	$D_{\text{об}} \times \delta$, мм	высота гофра h , мм	толщина ППУ, мм	$\frac{d}{D}$	$\frac{t}{D}$	$\frac{t}{h}$
55/110	48,5×0,5	6,35	110×2,4	1,0	20	0,965	6,35	8
66/125	60×0,5	6,85	125×2,7	1,0	20	0,97	6,85	8
86/140	75×0,6	10,0	140×3,0	1,0	18	0,977	10	8
109/160	98×0,8	11,8	160×3,2	2,0	17	0,965	5,9	8
143/20	127×0,8	16,8	200×3,4	2,0	17	0,973	8,4	8,1

$$R = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho v^2}{2}$$

где l - длина участка равная 1 м;
 ρ - удельная плотность теплоносителя.

Сравним удельные потери гофрированной трубы Касафлекс и голой трубы при равных гидравлических режимах (v , $\rho = 971,88 \text{ кг/м}^3$ при температуре 80 °С).

Тепловые сети, как правило, работают при переходном и турбулентном режимах.

Коэффициент гидравлического трения λ определяется по формуле А.Д. Альтшуля [4]

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{K_3}{d} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25}$$

где K_3 - эквивалентная шероховатость, для водяных сетей $K_3 = 0,5 \text{ мм}$.

Определим коэффициент гидравлического трения λ для голой металлической трубы в зависимости от v . Результаты расчета сведем в табл. 2.

Как видно из таблицы 2, при переходе с переходного режима в турбулентный значение λ снижается. Это явление объясняется тем, что при малых скоростях на коэффициент гидравлического трения воздействует пограничный слой, который с ростом скорости начинает разрушаться и преобладающим становится осевой поток теплоносителя.

Таблица 2.

Коэффициент гидравлического трения λ для голой трубы

v , м/с	d , мм	Re				
		48	60	75	98	127
0,1		0,03887	0,03675	0,03478	0,03253	0,03049
0,2		0,03718	0,03511	0,03324	0,03108	0,02914
0,3		0,03654	0,03451	0,03267	0,03055	0,02864
0,4		0,03620	0,03420	0,03237	0,03027	0,02838
0,5		0,03599	0,03400	0,03219	0,03010	0,02822
0,6		0,03585	0,03387	0,03207	0,02999	0,02811
0,7		0,03574	0,03378	0,03198	0,02991	0,02804
0,8		0,03566	0,03371	0,03191	0,02984	0,02798
0,9		0,03561	0,03365	0,03186	0,02980	0,02793
1,0		0,03556	0,03361	0,03182	0,02976	0,02790
$\lambda_{\text{ср}}$		0,03632	0,03432	0,03249	0,02738	0,02848

Удельные потери давления голой трубы R зависят от величины λ . Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Гибкие трубы Касафлекс имеют гофры, которые создают дополнительную шероховатость, влияющую на гидравлические режимы.

Используя номограмму [3], определяем удельные потери давления для гофрированных труб Касафлекс при тех же гидравлических режимах, что и для голой трубы.

Таблица 3.

Удельные потери давления голой трубы

v , м/с	d , мм	R , Па/м				
		48	60	75	98	127
0,1		4,0	3,0	2,2	1,6	1,1
0,2		15,0	11,4	8,6	6,2	4,5
0,3		33,3	25,2	19,1	13,6	9,9
0,4		58,6	44,3	33,6	24,0	17,4
0,5		89,3	68,8	52,1	37,3	27,0
0,6		130,6	98,8	74,8	53,5	38,7
0,7		177,1	134,1	101,3	72,7	52,6
0,8		231,0	174,7	132,3	94,7	68,5
0,9		292,0	220,8	167,2	119,7	86,6
1,0		360	272,2	206,2	147,6	106,7

Удельные потери давления труб Касафлекс в зависимости от скорости для вышеуказанных диаметров приведены в табл. 4.

Таблица 4.

Удельные потери давления труб Касафлекс [1]

v , м/с	d , мм	$R_{\text{кас}}$, Па/м				
		48	60	75	98	127
0,1		6,0	4,7	3,9	3,0	2,3
0,2		27,0	22,0	17,0	13,0	9,5
0,3		65,0	50,0	40,0	29,0	22,0
0,4		120,0	92,0	73,0	55,0	42,0
0,5		180,0	150,0	120,0	88,0	70,0
0,6		268,0	217,0	180,0	130,0	100,0
0,7		372,0	296,0	240,0	180,0	140,0
0,8		500,0	384,0	320,0	230,0	190,0
0,9		640,0	480,0	400,0	300,0	243,0
1,0		790,0	600,0	500,0	380,0	300,0

Данные сравнения удельных потерь давления голой трубы и трубы Касафлекс для одинаковых гидравлических режимов приведены в табл. 5.

Таблица 5.

Сравнение R голой трубы и трубы Касафлекс

v , м/с	d , мм	$\frac{R_{\text{кас}}}{R} = A$				
		48	60	75	98	127
0,1		1,5	1,56	1,77	1,9	2,1
0,2		1,8	1,92	1,97	2,1	2,2
0,3		1,95	1,98	2,10	2,1	2,2
0,4		2,05	2,06	2,2	2,3	2,4
0,5		2,0	2,2	2,3	2,4	2,6
0,6		2,05	2,2	2,4	2,42	2,6
0,7		2,10	2,2	2,4	2,47	2,7
0,8		2,16	2,2	2,4	2,4	2,8
0,9		2,19	2,2	2,4	2,5	2,8
1,0		2,2	2,2	2,4	2,57	2,8

Из табл.5 видно, что удельные потери давления Касафлекс выше, чем голой трубы и зависят от диаметра трубы и режима движения теплоносителя.

Это объясняется тем, что гофры создают дополнительное трение, и коэффициент λ трубы Касафлекс меняется в зависимости от скорости, диаметра, высоты гофра и шага [5].

Таблица 6.

**Коэффициент гидравлического трения
трубы Касафлекс**

$g, \text{ м/с}$	$\lambda_{\text{кас}}$				
	48	60	75	98	127
$d, \text{ мм}$	D/d 1,036	1,03	1,024	1,036	1,028
0,1	0,0604	0,0590	0,063	0,064	0,066
0,2	0,0690	0,0694	0,067	0,0676	0,0659
0,3	0,0738	0,0704	0,0672	0,0665	0,0648
0,4	0,0769	0,0726	0,0729	0,0721	0,0700
0,5	0,0764	0,0722	0,0725	0,0717	0,0696
0,6	0,0761	0,0767	0,0788	0,0752	0,0751
0,7	0,0776	0,0765	0,0786	0,0765	0,0778
0,8	0,0798	0,0764	0,0784	0,0742	0,0805
0,9	0,0797	0,0763	0,0783	0,0741	0,0804
1,0	0,0810	0,0761	0,0782	0,0791	0,0803
$\lambda_{\text{сп}}$	0,0751	0,0726	0,0735	0,0721	0,0730

Так как в расчетах приняты равные гидравлические режимы движения в голых и гофрированных трубах, справедливо уравнение:

$$A = \frac{R_{\text{кас}}}{R} = \frac{\lambda_{\text{кас}} g^2 \rho d^2}{d_{\text{кас}} 2g^2 \rho \lambda} = \frac{\lambda_{\text{кас}} d}{\lambda d_{\text{кас}}};$$

$$A = \frac{d \lambda_{\text{кас}}}{D \lambda}$$

$$\text{Откуда } \lambda_{\text{кас}} = \frac{A \lambda D}{d}$$

Расчеты по определению $\lambda_{\text{кас}}$ сводим в табл. 6. По данным табл. 1, 2 и 6 построен график (рис. 3).

На рис. 3 дана зависимость $S = \frac{\lambda_{\text{кас}}}{\lambda}$ от скорости движения теплоносителя для рассматриваемых диаметров труб и величины гофров. Как видно из графика, с увеличением g сопротивление возрастает.

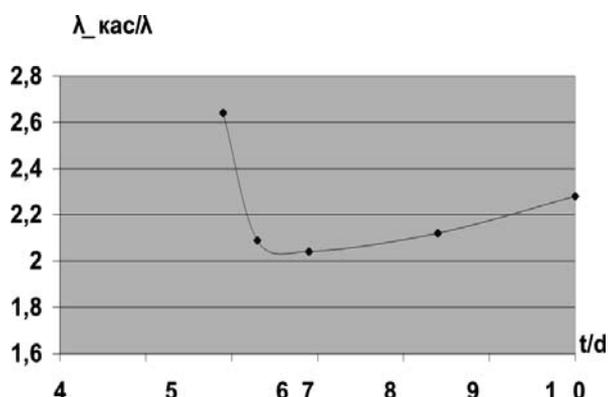


Рисунок 3. Влияние шага гофра на коэффициент гидравлического трения

При использовании гофрированных труб с обособленными размерами h, t, D, d при определенных числах Re можно уменьшить толщину или частично разрушить пограничный слой [5, 6], который оказывает основное гидравлическое сопротивление и тем самым добиться уменьшения потерь давления даже менее чем для голой трубы.

Основной задачей трубы Касафлекс было достичь с помощью гофров гибкости и компенсации температурных расширений металла. Это не привело к уменьшению гидравлического сопротивления, так как не были выдержаны размеры гофров и гидравлические режимы.

Изменение размеров h, t, D и d могло бы создать такие режимы, при которых уменьшается и разрушается пограничный слой и резко падает гидравлическое сопротивление.

Изменение размеров гофров труб Касафлекс влияет на гибкость, что требует дополнительных исследований.

Заключение

Несмотря на большие потери давления, применение предизолированных труб Касафлекс является технически оправданным в следующих случаях:

- при прокладке бесканальным способом тепловых сетей в стесненных условиях;
- при высоких температурах теплоносителя до 135°C (кратковременно до 150°C);
- при высоких давлениях в тепловых сетях (до 16 МПа);
- при транспортировании агрессивных сред.

Применение труб Касафлекс ведет к упрощению монтажных работ, значительному сокращению сроков строительства, увеличению надежной, безопасной работы тепловых сетей, уменьшению количества стыков и большому сроку службы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров, В. Тепло Евротрубопласта в Республике Беларусь /В. Александров, А. Хатенков// Полимерные трубы: спец. информац.-аналит. изд. – Москва, 2005. – 107 с.
2. Применение современных технологий при прокладке внутриквартальных тепловых сетей/ Н.К. Зайцева [и др.] // Перспективы и направления развития энергетики АПК: тез. докл. Материалы междунар. научно-технич. конф., посв. 50-летию АЭФ, Минск, БГАТУ, ноябрь 2007. – С. 225-228.
3. ЗАО «Завод АНД Газтрубпласт». Технические рекомендации на гибкие предизолированные трубы Касафлекс. – 8 с.
4. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов / Е.Я. Соколов. – 5-е изд. – М.: Энергоиздат, 1982. – 360 с.
5. Калинин, Э.К. Интенсификация теплообмена в каналах/ Э.К. Калинин, Г.К. Дрейцер, С.А. Ярхо. – 3-е изд. – М.: Машиностроение, 1990. – 228 с.
6. Тепло- и массообмен: учеб. пособ. в 2-х ч. / Б.М. Хрусталев [и др.]. – Ч. 1. – Мн.: БНТУ, 2007. – 606 с.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ ТОПЛИВНОГО НАСОСА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ НА СМЕСЯХ РАПСОВОГО МАСЛА С ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ

А.Н. Карташевич, докт. техн. наук, профессор, В.С. Товстыка, аспирант (УО БГСХА);
С. А. Плотников, канд. техн. наук, доцент (Кировский филиал Московского государственного
индустриального университета)

Аннотация

В статье изложены результаты экспериментальных исследований работы топливного насоса высокого давления на смесях рапсового масла с дизельным топливом. Показано изменение температуры испытываемого топлива в головке насоса от концентрации рапсового масла в смеси. Построены зависимости ввода теплоты в цилиндр дизеля с помощью топливного насоса высокого давления (ТНВД) при изменении концентрации рапсового масла в дизельном топливе.

Введение

На фоне ухудшающейся экологической ситуации в мире и истощения запасов нефти все чаще стали применять, так называемые, альтернативные топлива, в частности, топлива, получаемые из растительных масел. Для европейских условий Республики Беларусь наиболее перспективным считается применение в дизелях альтернативных возобновляемых топлив на основе рапсового масла (РМ). Использование возобновляемых источников энергии с целью усиления энергетической безопасности страны предусмотрено в перечне государственных программ фундаментальных и прикладных научных исследований, в Указе президента Республики Беларусь № 315 от 6 июля 2005 г. и директиве президента Республики Беларусь № 3 от 14 июня 2007 г.

Основная часть

Применять РМ в дизелях возможно, как в чистом виде, так и в смеси с традиционным дизельным топливом (ДТ). Одной из отличительных особенностей масла от ДТ является его повышенная вязкость. Значение кинематической вязкости дизельного топлива при температуре 40°C должно находиться в пределах 2...4,5 сСт [1, 2]. Вязкость рапсового масла на порядок выше этого показателя и при температуре 40°C составляет 34 сСт (рис. 1). Однако вязкость РМ и смесевых топлив зависит от их температуры. Например, при $t=0$ °C этот показатель для РМ составляет 185 сСт. При повышении температуры до 50 °C вязкость равна 24,5 сСт. Для достижения значения 4,5 сСт масло необходимо подогреть до температуры 120...150°C. Вязкость смеси с концентрацией рапсового масла до 20 % соответствует требованиям, предъявляемым к дизельному топливу. Изменение вязкости смесевых топлив в зависимости от температуры представлено на рис. 1.

Увеличение концентрации РМ в смеси с ДТ увеличивает вязкость топлива. Данные, представленные на рис. 1, показывают, что, чем выше содержание РМ в смеси, тем быстрее увеличивается её вязкость с уменьшением температуры. Повышенная вязкость улучшает смазывание плунжерных пар. На поверхностях трения образуется демпфирующая плёнка уже при 5 % масла в смеси. Это обстоятельство вызывает снижение суммарного массового износа

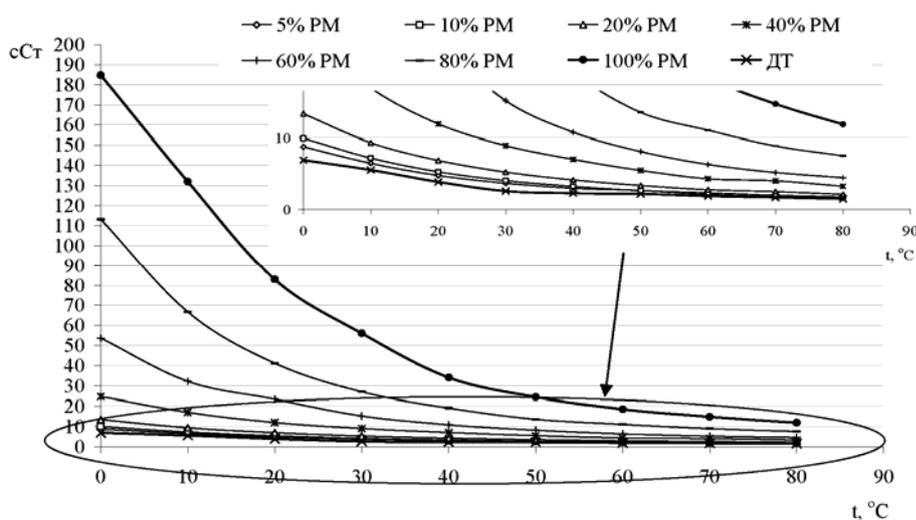


Рисунок 1. Зависимости кинематической вязкости смесей дизельного топлива с рапсовым маслом от температуры

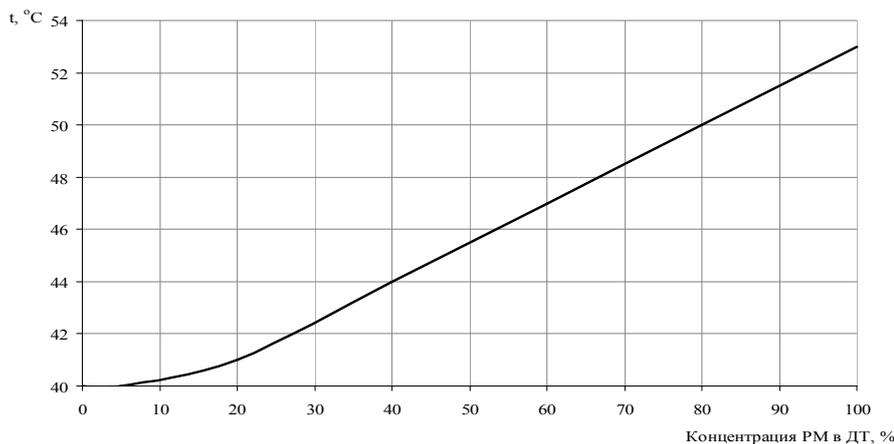
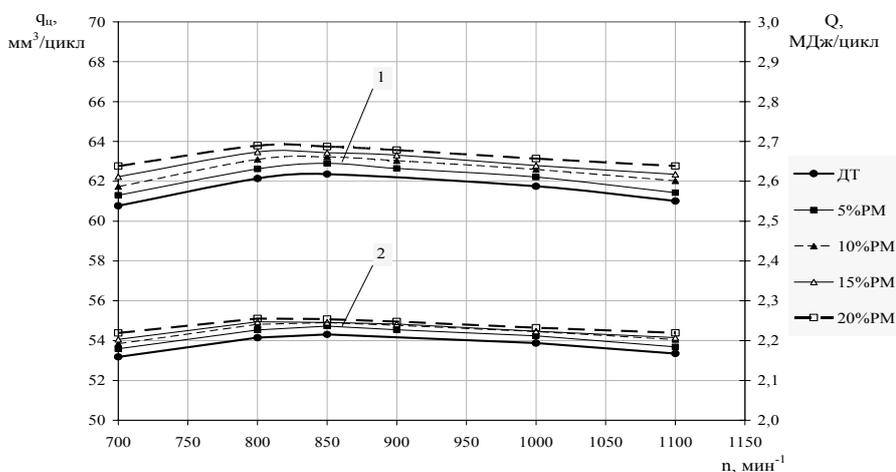
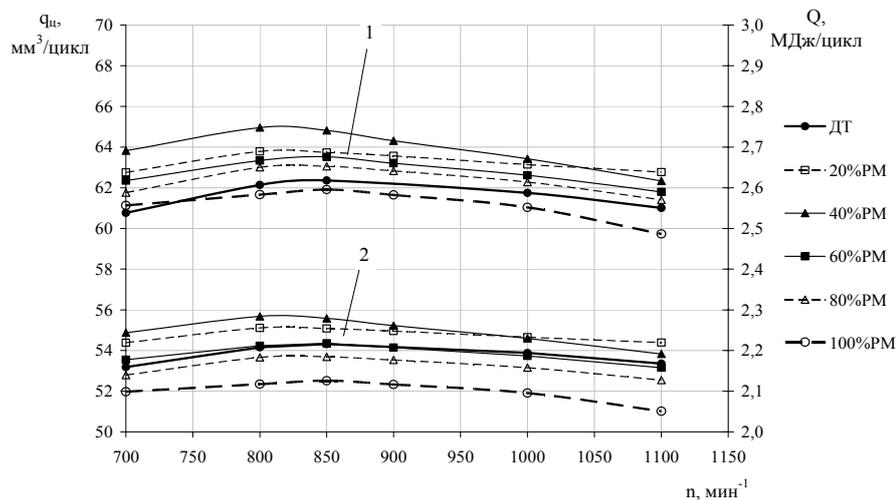


Рисунок 2. Зависимости температуры испытываемого топлива в головке насоса от концентрации рапсового масла в смеси



а)



б)

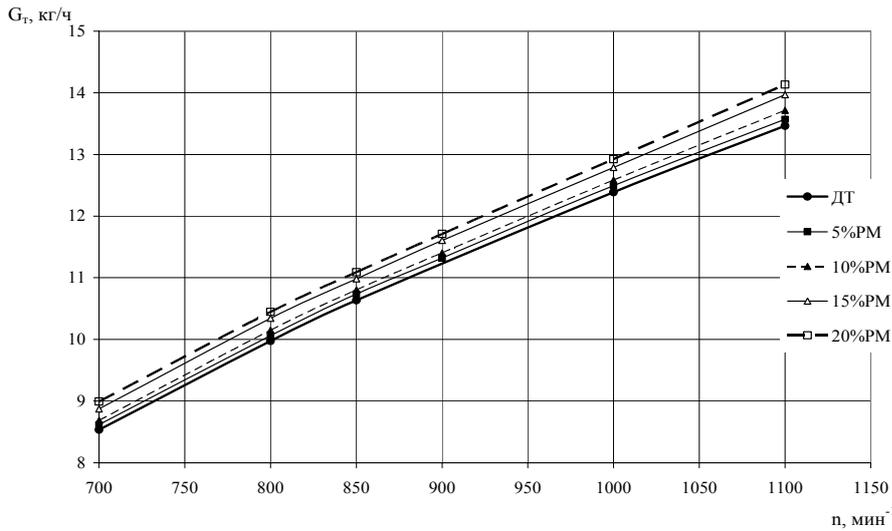
Рисунок 3. Скоростная характеристика топливного насоса: а – смеси топлива с концентрацией рапсового масла до 20%; б – смеси топлива с концентрацией рапсового масла до 100%; q_v – цикловая подача топлива (1); Q – вводимая с топливом теплота за цикл (2)

сопряжения плунжер-втулка. Однако использование топлив с повышенной вязкостью увеличивает нагрузки на детали ТНВД [3, 4].

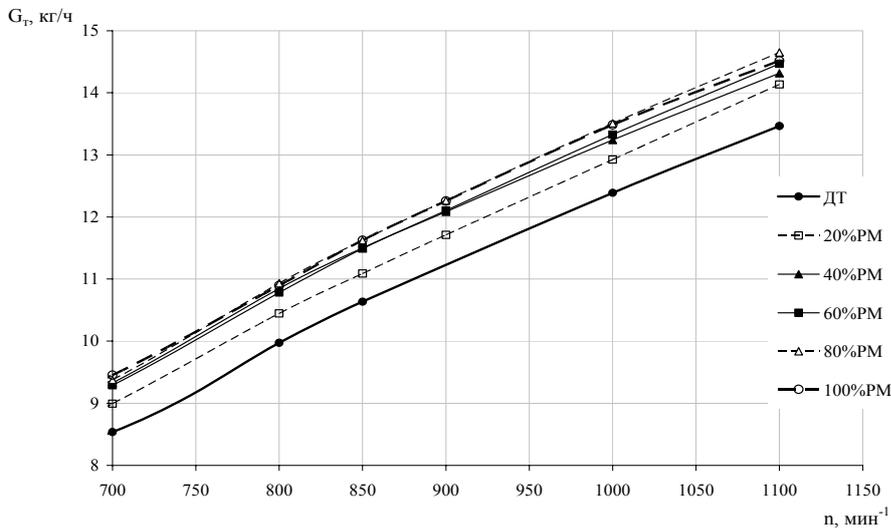
Вязкость представляет собой свойство частиц жидкости, оказывающее сопротивление взаимному перемещению под действием внешней силы. В соответствии с этим определением можно сделать вывод, что с увеличением вязкости увеличивается сопротивление взаимному перемещению частиц жидкости, что требует дополнительной энергии и ведёт к нагреву среды. В результате исследования работы ТНВД было замечено, что температура смешанного топлива в головке топливного насоса высокого давления повышалась при увеличении концентрации масла в смеси с ДТ до 53 °C, при испытании РМ. Нагрева не было зафиксировано при использовании смеси с концентрацией рапсового масла 5 % (рис. 2).

На рис. 3 представлена скоростная характеристика топливного насоса высокого давления при включённом регуляторе. Исследования проводились на топливном насосе 4УТНМ, устанавливаемом на дизеле Д-243 Минского моторного завода. В качестве топлив использовались ДТ летнее, его смеси с концентрацией рапсового масла 5%, 10%, 15%, 20%, 40%, 60%, 80% и чистое рапсовое масло холодного отжима.

Как видно на рис. 3, цикловая подача при увеличении содержания рапсового масла в смеси до 20% увеличивается на всех режимах работы. Цикловая подача топлива с концентрацией РМ 40% на номинальном режиме работы ниже, чем при использовании топлива с концентрацией РМ 20%. Однако при снижении частоты вращения ниже 1050 мин⁻¹ цикловая подача топлива 20%РМ+80%ДТ превышает цикловую подачу топлива 40%РМ+60%ДТ. При даль-



а)



б)

Рисунок 4. Часовой расход топлива:

а – смесевые топлива с концентрацией рапсового масла до 20%;
б – смесевые топлива с концентрацией рапсового масла до 100%

нейшем увеличении концентрации – 60%, 80% и 100% масла, наблюдается снижение цикловой подачи смешанного топлива на всех режимах работы насоса. Данное обстоятельство можно объяснить влиянием на показатели двух явлений: снижение утечек через неплотности плунжерных пар и недостаточно полное заполнение надплунжерного пространства.

При концентрации рапсового масла до 40% преобладает снижение утечек, в то время как заполнение надплунжерного пространства остаётся достаточно хорошим. При дальнейшем увеличении количества масла в смеси с ДТ худшее заполнение пространства над плунжером уже не может быть компенсировано снижением утечек, что приводит к снижению цикловой подачи. По сравнению с работой на дизельном топливе цикловая подача выше для всех исследуемых образцов топлива,

кроме чистого рапсового масла, для которого её значение на номинальном режиме ниже на 2 %.

Изменение количества вводимой с топливом теплоты происходит аналогично с изменением цикловой подачи. С тем лишь различием, что при использовании в качестве топлива смесей с содержанием рапсового масла 20 и 40 % в цилиндр вводится большее количество теплоты, чем с ДТ, а с содержанием РМ 80 и 100 % – меньше. По сравнению с ДТ количество вводимой теплоты с РМ на 5,4 % ниже. Характерной особенностью является равенство вводимой теплоты для чистого дизельного топлива и смеси 60%РМ + 40%ДТ.

Изменение часового расхода топлива при увеличении концентрации РМ в смеси происходит по несколько другой зависимости. В связи с тем, что РМ имеет более высокое значение плотности, на рис. 4 мы наблюдаем однонаправленное изменение часового расхода топлива. Он увеличивается с увеличением концентрации РМ. Наблюдается практически идентичное расположение кривых, отражающих изменение данного показателя для смеси с концентрацией масла 80% и чистого рапсового масла. На номинальном режиме для чистого рапсового масла это увеличение составляет 7,8%.

Рассмотрим характеристики топливоподачи ТНВД. В связи с тем, что при работе дизеля и топливной аппаратуры на смешанном топливе величина цикловой подачи изменяется, необходимо скорректировать и закон топливоподачи.

В реальных условиях установленную заводом-изготовителем топливной аппаратуры зависимость подвода теплоты в цилиндры от хода рейки можно представить прямой линией (линия 1 на рис. 5). При увеличении концентрации РМ до 40% характеристика подвода теплоты (линия 3) изменяется в сторону увеличения. При концентрации рапсового масла в смеси 80 и 100% изменения происходят в сторону уменьшения подачи теплоты (линия 4) – 100% РМ. Соответственно для сохранения мощностных параметров работы двигателя в номинальном режиме, соответствующем требованиям завода-изготовителя, для 40% РМ закон подачи теплоты необходимо скорректиро-

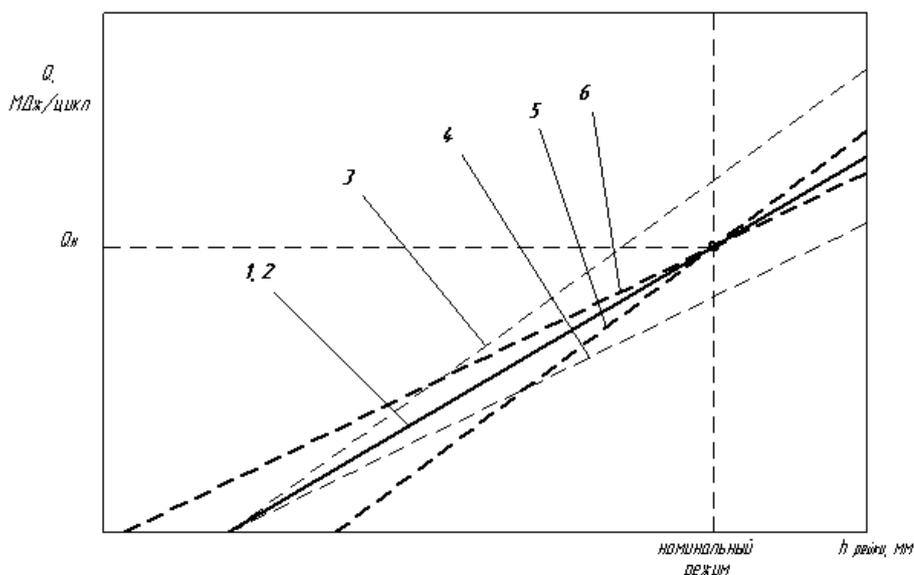


Рисунок 5. Характеристики подвода теплоты с помощью ТНВД:
1 – зависимость $Q = f(h)$ для ДТ; 2 – зависимость $Q = f(h)$ для смеси 40% ДТ + 60% РМ; 3 – зависимости $Q = f(h)$ для смеси 60% ДТ + 40% РМ; 4 – зависимости $Q = f(h)$ для смеси 60% ДТ + 40% РМ с учетом регулировки насоса; 5 – зависимости $Q = f(h)$ для смеси 60% ДТ + 40% РМ с учетом регулировки насоса; 6 – зависимости $Q = f(h)$ для 100% РМ с учетом регулировки насоса

вать, и он примет вид линии 5. Соответственно подача топлива будет прекращаться при более низких частотах, т.е. будет уменьшаться частота холостого хода и при этом увеличится запас крутящего момента. Для концентрации 100% РМ закон подачи теплоты примет вид линии 6. Соответственно подача топлива будет прекращаться при более высоких частотах, т.е. увеличится частота холостого хода и при этом уменьшится запас крутящего момента. Эксперимент показал, что смесь с содержанием 60 % РМ и 40 % ДТ позволяет получить закон подачи теплоты, аналогичный для дизельного топлива.

ренного сгорания / В. Лютко, В.Н. Луканин, А.С. Хачиян. – М.: МАДИ (ТУ), 2000. – 311 с.

3. Быченин, А.П. Повышение ресурса плунжерных пар топливного насоса высокого давления тракторных дизелей применением смесового минерально-растительного топлива: автореф... дис. канд. техн. наук: 05.04.02. / А.П. Быченин. – Пенза: ВИМ, 2007.

4. Грехов, Л. В. Топливная аппаратура и системы управления для дизелей: учебник для вузов / Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, В.А. Марков. – М.: Легион-Автодата, 2005. – 334 с.

Выводы

1. С увеличением концентрации РМ в смеси с ДТ наблюдается повышение температуры топлива в головке ТНВД с 40 до 53 °С.

2. Применение смесевых топлив изменяет показатели впрыскивания топливного насоса высокого давления.

3. Смесь с содержанием 60% РМ и 40% ДТ позволяет получить закон подачи теплоты в цилиндр дизеля идентичный закону подачи теплоты для дизельного топлива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташевич, А.Н. Возобновляемые источники энергии: науч.-практ. пособие / А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка. – Горки: БГСХА, 2007. – 264 с.

2. Лютко, В. Применение альтернативных топлив в двигателях внут-

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СИСТЕМЫ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Н.А. Поздняков, ст. препод., Т.А. Варфоломеева, ст. препод. (УО БГАТУ)

Аннотация

В статье рассмотрены механизмы образования компонентов отработавших газов дизельных двигателей, представлена модель рабочего процесса и образования вредных веществ в отработавших газах двигателя с системой их рециркуляции. Приведены результаты расчетных исследований и обоснованы оптимальные значения степени рециркуляции.

Введение

Современные тракторные дизели, оснащенные эффективными системами управления и регулирования параметров рабочего процесса, имеют высокие массогабаритные показатели, показатели топливной экономичности, низкий уровень шума и вибрации. Учитывая, что на долю дизелей приходится более 30% суммарной установленной мощности транспортных и тяговых энергетических установок и более 25% их токсичных выбросов [1], применение дизелей в районах возделывания сельскохозяйственных культур оказывает отрицательное воздействие на экологическую обстановку, приводит к снижению урожайности культур и продуктивности сельскохозяйственных животных, ухудшению качества кормов.

Перспективные экологические требования к дизельным двигателям грузовых автомобилей и внедорожной техники (Еuro-4 и Еuro-5), а также тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин (Tier 3А и в перспективе Tier 3В) предусматривают значительное снижение эмиссии оксидов азота (NO_x) и твердых частиц (ТЧ). Например, стандарты по экологической безопасности Еuro-5 предусматривают снижение выбросов NO_x примерно на 30%, а ТЧ – на 80% по сравнению с требованиями Еuro-4. Динамика изменения допустимых выбросов NO_x и ТЧ показана на рис. 1.

В отработавших газах дизелей содержатся оксиды азота в виде NO , N_2O_3 , NO_5 , N_2O_4 . В атмосферу выбрасывается в основном диоксид азота NO_2 – бесцветный, не имеющий запаха ядовитый газ, раздражающе действующий на органы дыхания. Особенно опасны оксиды азота в городах, где они взаимодействуют с углеродами выхлопных газов и образуют фотохимический туман – смог.

Отравленный оксидами азота воздух начинает действовать с легкого кашля. При повышении концентрации NO возникает сильный кашель, рвота, иногда головная боль. При контакте с

влажной поверхностью слизистой оболочки оксиды азота образуют кислоты HNO_3 и HNO_2 , которые приводят к отеку легких. В последние десятилетия доказаны высокие канцерогенные свойства оксидов азота.

Основная часть

С целью выполнения требований экологических стандартов производители дизельных двигателей вынуждены проводить исследования эффективности применения различных устройств, снижающих содержание оксидов азота в отработавших газах дизелей.

Наиболее широкое применение в настоящее время получили несколько видов устройств, снижающих эмиссию NO_x . Их можно разделить на три основные группы.

1. Использование каталитических нейтрализаторов вредных веществ в отработавших газах

Они устанавливаются в выпускной системе дизеля (перед глушителем). Нейтрализация вредных веществ происходит под действием катализатора (палладий, родий, платина). При этом оксиды азота восстанавливаются на безвредные азот и кислород. В боль-

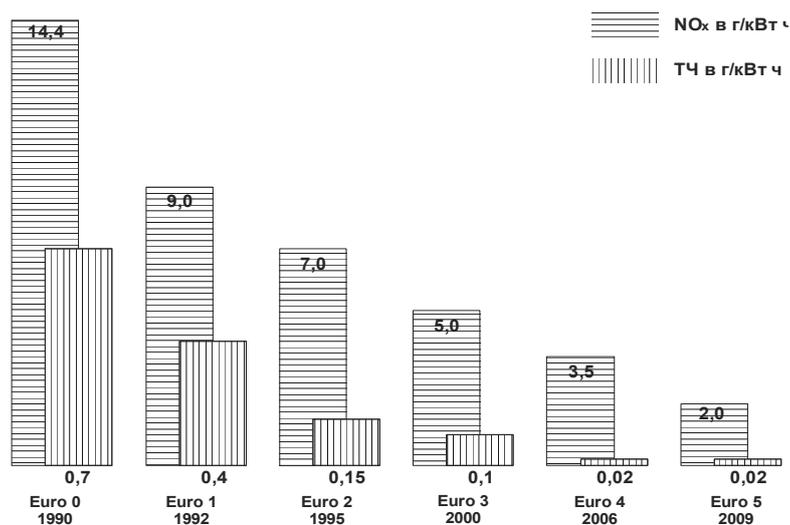


Рисунок 1. Динамика изменения экологических требований для дизельных двигателей

шинстве случаев нейтрализаторы оказывают тройное действие (кроме восстановления NO_x каталитическое вещество способствует доокислению CO и CH).

Недостатком такого способа снижения эмиссии является необходимость использования редкоземельных металлов. На долю каталитических нейтрализаторов приходится 35% мирового потребления платины, 45% палладия и 90% родия.

2. Система SCR (Selective Catalytic Reduction) – селективный каталитический преобразователь

Принцип действия системы SCR заключается в химической реакции аммиака (или чаще – мочевины) с окисью азота выхлопных газов, в результате которой образуются безвредные азот и водяной пар. Реагент, из-за своего синего цвета получивший название AdBlue, впрыскивается в выхлопную систему и смешивается с отработавшими газами.

Главный недостаток SCR – необходимость периодической заправки AdBlue. Бака на 10 л среднестатистическому автомобилю хватает на 400...500 км.

3. Система EGR (Exhaust-Gas Recirculation) – рециркуляции отработавших газов

Эта система является наиболее эффективной для использования в тракторных дизелях (рис. 2). Приведенная схема носит общепринятый характер и используется в настоящее время большинством производителей двигателей, и может отличаться конструкцией отдельных устройств.

Процесс рециркуляции представляет собой перепуск части (5...25%) охлажденных отработавших газов (ОГ) мимо турбины во впускной коллектор (после компрессора). Смешивание охлажденных отработавших газов с впускаемым воздухом снижает содержание кислорода в горючей смеси. В результате этого снижается температура сгорания, которая, в свою очередь, снижает образование окислов азота уже во время процесса сгорания.

Оптимальное значение доли рециркулирующего газа (степени рециркуляции) зависит от режима работы двигателя, поэтому в системе предусмотрен регулятор 5. Смешивание ОГ и сжатого воздуха происходит в сопле Вентури 7. Иногда используются схемы отбора рециркулирующих ОГ после турбины и смешивание их с воздухом перед компрессором.

При моделировании образования оксидов, предполагается, что цилиндр разделен на две зоны: зону свежего заряда и зону сгоревшего газа. Зона свежего заряда состоит из воздуха, топлива и остаточных газов. Во время сгорания объем зоны сгоревших газов увеличивается. При расчете сгорания предполагается, что локальное значение коэффициента избытка воздуха линейно меняется от начального значения $\alpha_0 < 1$ до 1. Текущее значение коэффициента избытка воздуха при сгорании α_i является функцией угла поворота коленчатого вала φ

$$\alpha_i = \alpha_0 + \frac{1 - \alpha_0}{\varphi_z} \varphi,$$

где φ_z – продолжительность сгорания по углу поворота коленчатого вала.

Возможности используемой методики:

- пошаговое вычисление равновесной концентрации компонентов продуктов сгорания для 18 компонентов в зоне сгоревших газов [2];
- кинетический способ расчета «термических» оксидов азота по цепному механизму Зельдовича [3].

Так как сгорание в двигателе носит характер взрыва, то именно взрыв определяет «термический» механизм образования NO . В используемой методике все расчеты ведутся по «термическому» механизму.

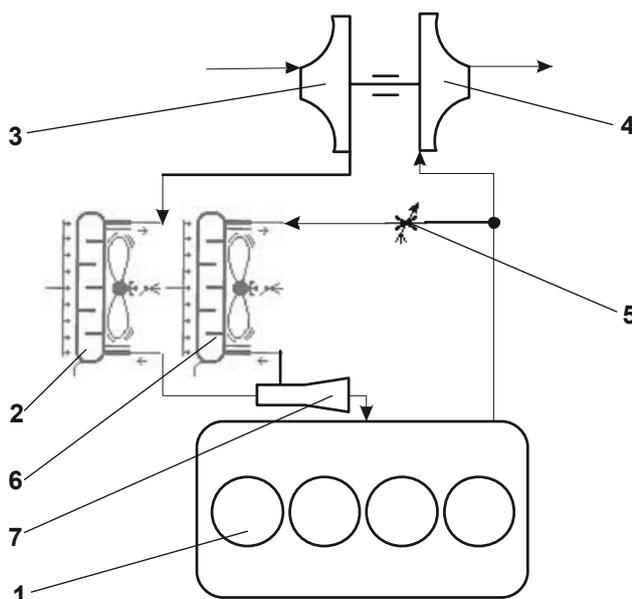


Рисунок 2. Схема системы рециркуляции отработавших газов:

- 1 – двигатель; 2 – охладитель надвучного воздуха; 3 – компрессор; 4 – турбина; 5 – регулятор рециркуляции ОГ; 6 – охладитель рециркулирующих ОГ; 7 – сопло Вентури

Так как в двигателе «термические» NO основные, то расчеты при моделировании проводятся по термическому механизму.

Окисление азота основывается на цепном механизме, в котором основные реакции:



Основной реакцией является третья. Скорость этой реакции зависит от концентрации атомарного кислорода.

Расчет образования NO по цепному механизму проводится для зоны сгорания, затем определяется средняя концентрация по всей камере сгорания. Объемная концентрация NO в продуктах сгорания, определенная для текущего временного шага, определяется выражением [2]:

$$\frac{dr_{NO}}{d\varphi} = \frac{p \cdot 2,333 \cdot 10^7 \cdot e^{-\frac{38020}{T_{cz}}} \cdot r_{N_{2eq}} \cdot r_{O_{eq}} \left[1 - \left(\frac{r_{NO}}{r_{NO_{eq}}} \right)^2 \right]}{R \cdot T_{cz} \left(1 + \frac{2346}{T_{cz}} \cdot e^{-\frac{3365}{T_{cz}}} \cdot \frac{r_{NO}}{r_{O_{2eq}}} \right)} \frac{1}{\omega}, \quad (4)$$

где p – давление в цилиндре, Па; T_{cz} – температура газа в зоне сгорания, К; R – газовая постоянная, Дж/(моль К); ω – текущая угловая скорость вращения коленчатого вала, с⁻¹; $r_{NO_{eq}}$, $r_{N_{2eq}}$, $r_{O_{eq}}$, $r_{O_{2eq}}$ – равновесные концентрации оксида азота, азота, кислорода и атомарного кислорода соответственно.

Равновесные концентрации 18 компонентов вычисляются на каждом временном шаге. Список веществ включает в себя: O , O_2 , O_3 , H , H_2 , OH , H_2O , C , CO , CO_2 , CH_4 , N , N_2 , NO , NO_2 , NH_3 , HNO_3 , HCN . Полная система уравнений включает 14 уравнений равновесия, 3 выражения сохранения массы, а также закон Дальтона.

Концентрация NO в цилиндре: $r_{NOc} = r_{NO} r_{bc}$,

где r_{bc} – доля газа, сгоревшего в цилиндре.

Концентрация «сухих» оксидов NO в сгоревшем газе, в цилиндре: $r_{NOdry} = r_{NO} / (1 - r_{H_2O})$,

где r_{H_2O} – объемная доля паров воды в камере сгорания.

Удельный выброс NO , г/кВтч

$$e_{NO} = \frac{30 r_{NO} M_{bg}}{L_c \eta_m}, \quad (5)$$

где M_{bg} – масса сгоревшего газа в цилиндре к концу сгорания, кмоль; L_c – механическая работа, кДж; η_m – механический КПД двигателя.

Сравнение результатов расчета с экспериментальными данными, полученными в МГТУ им. Баумана [4] для дизельного двигателя ЯМЗ-7512, работающего по 13-режимному циклу, приведено на рис. 3.

Степень γ_{EGR} рециркуляции определяется по соотношению:

$$\gamma_{EGR} = \frac{G_{EGR}}{G_{com}}, \quad (6)$$

где G_{EGR} – расход рециркулирующих отработавших газов; G_{com} – суммарный расход воздуха и рециркулирующих газов через цилиндры двигателя.

Наличие в системе рециркуляции охладителя описывается термической эффективностью охладителя и потерями давления в охладителе.

В качестве объекта моделирования принят перспективный дизельный автомобильный двигатель мощностью 140 кВт производства Минского моторного завода. Технические параметры двигателя представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Технические данные двигателя

Наименование показателя	Значение
Расположение цилиндров	4L
Рабочий объем, л	4,75
Диаметр цилиндра и ход поршня, мм	110/125
Степень сжатия	17,5
Удельный расход топлива, г/кВт ч (г/л.с. ч)	210 (154)
Мощность, кВт (л.с.)	140 (190)
Частота вращения, мин ⁻¹	2300
Максимальный крутящий момент, Нм	681
Частота вращения при максимальном крутящем моменте, мин ⁻¹	1600
Масса, кг	500...540

Целью моделирования является определение уровня эмиссии вредных веществ и значений основных показателей двигателя при различных значениях степени рециркуляции отработавших газов на режимах работы, соответствующих внешней скоростной характеристике.

Предполагается, что на двигателе будет использована аккумуляторная топливная система типа Common Rail с однофазным впрыском. Характеристика впрыска топлива, использованная при моделировании, представлена параметрически (рис. 4), и подбиралась, исходя из условия не превышения давления впрыска 180 МПа (1800 бар). Таким образом, требуемая цикловая доза топлива на каждом из скоростных режимов устанавливалась путем расчета продолжительности впрыска при заданной пропускной способности распылителя с учетом коэффициента расхода сопел.

В модели системы турбонаддува использовалась таблично заданная характеристика нерегулируемого турбокомпрессора $\dot{C}Z$. Охлаждение наддувочного воздуха и перепускаемых газов осуществляется при помощи воздушно-воздушных охладителей с температурой охлаждающего воздуха, равной температуре окружающей среды. Термическая эффективность охладителей принята равной 0,75, потери давления в охладителе наддувочного воздуха – 0,005 МПа, а в охладителе перепускаемых газов – 0,002 МПа.

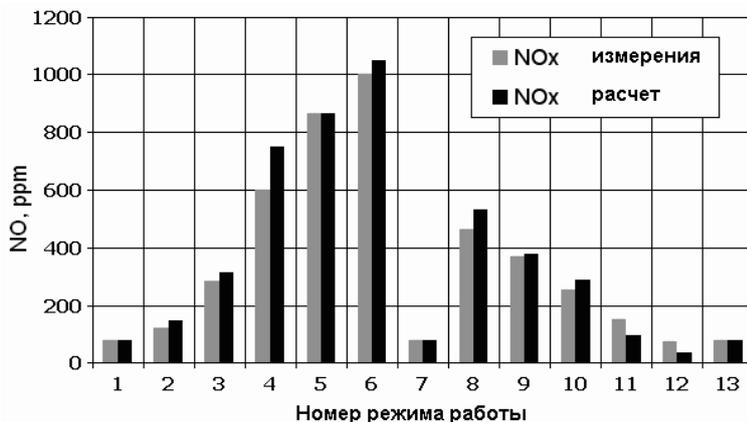


Рисунок 3. Сравнение результатов моделирования и лабораторных исследований эмиссии оксидов азота

Таблица 2.

Параметры моделирования
рабочего процесса

Параметры	Скоростные режимы, мин ⁻¹				
	2300	2200	2000	1800	1600
Давление впрыска, МПа	180				
Цикловая доза топлива, г	0,1011	0,1048	0,1094	0,1094	0,1121
Продолжительность впрыска, град. п.к.в.	24	23,8	22,8	20,7	19,6
Угол начала опережения впрыска, град. до ВМТ	10	9	9	8	8
Степень повышения давления в компрессоре	2,35	2,45	2,45	2,5	2,6
КПД турбокомпрессора	0,555	0,552	0,554	0,550	0,642

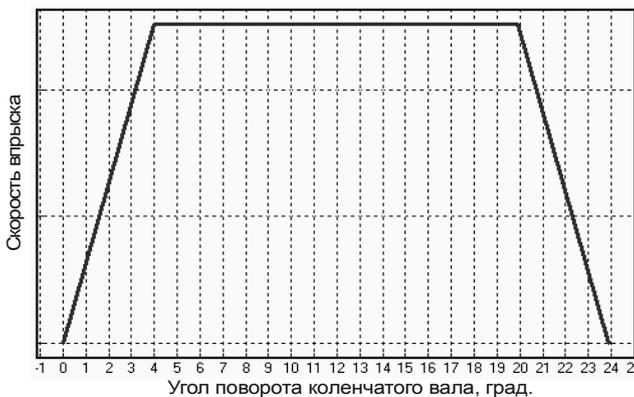


Рисунок 4. Дифференциальная характеристика впрыска топлива

Ниже представлены результаты моделирования влияния степени рециркуляции отработавших газов на экологические, мощностные и экономические показатели двигателя.

На рис. 5 представлены результаты моделирова-

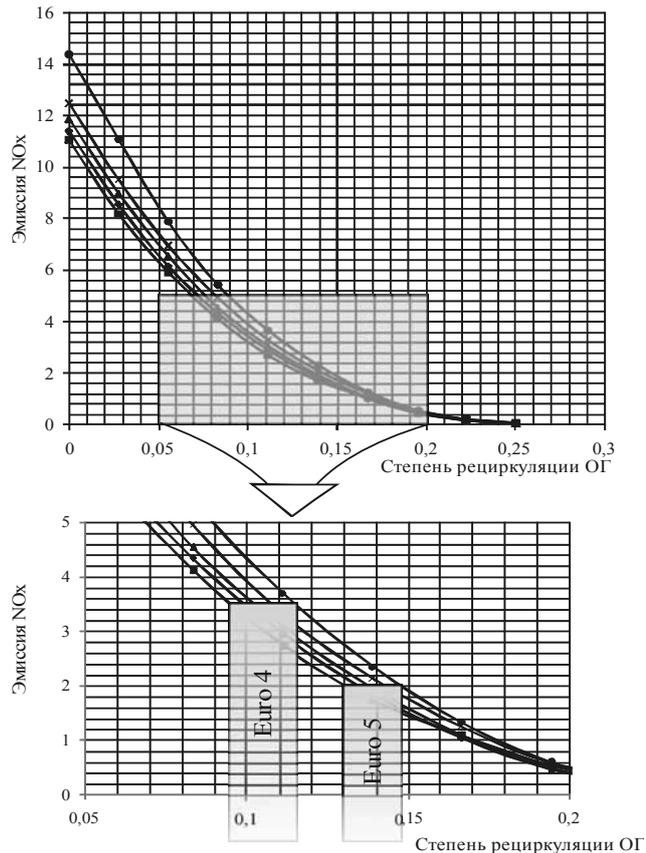
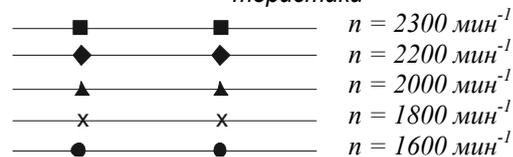


Рисунок 5. Зависимость уровня эмиссии оксидов азота от степени рециркуляции ОГ на различных скоростных режимах внешней скоростной характеристики



ния эмиссии оксидов азота при различных степенях рециркуляции отработавших газов. Как видно из графика, для выполнения экологических стандартов Euro-4 степень рециркуляции должна изменяться от 0,095 (9,5%) до 0,114 (11,4%) при изменении режима

Таблица 3.

Расчетные показатели двигателя

Параметры	Скоростные режимы, мин ⁻¹				
	2300	2200	2000	1800	1600
Эффективная мощность, кВт	139,0	138,8	133,1	120,3	114,1
Удельный эффективный расход топлива, г/(кВт·ч)	200,8	199,3	197,3	196,3	199,2
Среднее индикаторное давление, МПа	1,763	1,817	1,891	1,887	1,910
Давление наддува (перед впускным коллектором), МПа	0,225	0,231	0,235	0,240	0,251
Коэффициент избытка воздуха	1,90	1,84	1,82	1,85	1,84
Коэффициент наполнения	0,96	0,96	0,96	0,96	0,94
Коэффициент остаточных газов	0,028	0,027	0,027	0,028	0,031
Максимальное давление цикла, МПа	17,5	17,3	18,5	18,8	19,2
Эмиссия NO _x (приведенная к NO ₂), г/(кВт·ч)	11,1	10,7	11,87	12,52	14,4
Эмиссия твердых частиц, г/(кВт·ч)	0,50·10 ⁻³	0,66·10 ⁻³	0,74·10 ⁻³	0,75·10 ⁻³	0,81·10 ⁻³
Дымность (по шкале Bosch)	0,0074	0,0098	0,0108	0,0144	0,0155

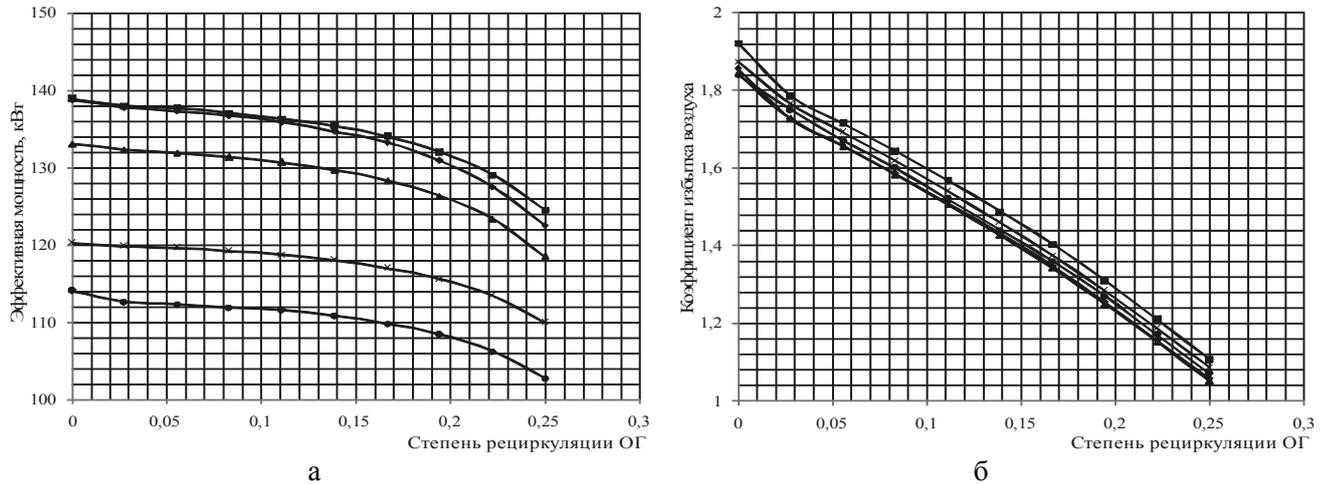


Рисунок 6. Зависимость эффективной мощности (а) и коэффициента избытка воздуха (б) от степени рециркуляции ОГ на различных скоростных режимах внешней скоростной характеристики (обозначения линий как на рис. 5)

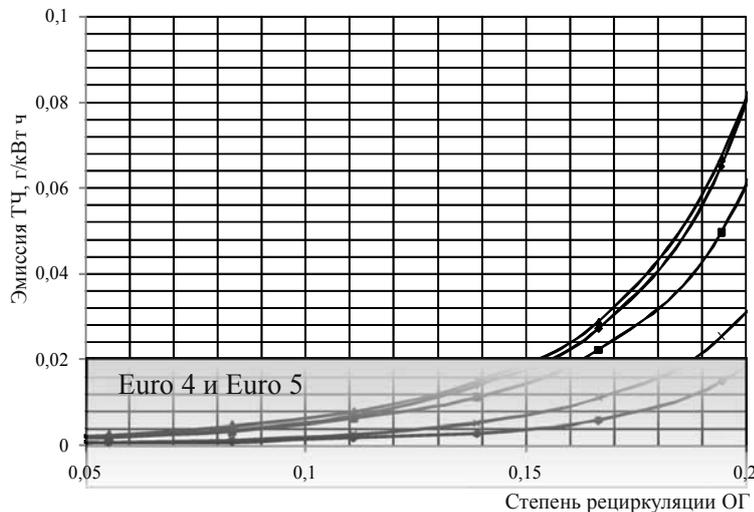


Рисунок 7. Зависимость эмиссии твердых частиц от степени рециркуляции ОГ на различных скоростных режимах внешней скоростной характеристики (обозначения линий как на рис. 5)

работы двигателя по внешней скоростной характеристике от 2300 мин^{-1} до 1600 мин^{-1} . А для норм Евро-5 – соответственно от 0,13 (13%) до 0,147 (14,7%).

Увеличение степени рециркуляции ОГ сопровождается некоторым снижением мощности (на 1,4...2,9%) и ухудшением экономичности (на 1...2%). Увеличение степени рециркуляции ОГ свыше 20% приводит к значительному снижению эффективной мощности двигателя (рис. 6 а) из-за резкого ухудшения условий сгорания по причине падения коэффициента избытка воздуха (рис 6 б) ниже 1,3.

При указанных зонах регулирования (рис. 5) степени рециркуляции ОГ уровень эмиссии твердых частиц не превышает установленного значения 0,02 г/(кВт·ч) для норм Евро-4 и Евро-5 (рис. 7).

Процессы расчета смесеобразования и сгорания в цилиндре выполнялись с использованием методики и моделей А.С. Кулешова и Л.В. Грехова [4].

Основные параметры и константы используемой модели представлены в табл. 2. Мощностные и экономические показатели двигателя, а также показатели рабочего процесса на моделируемых скоростных режимах без перепуска ОГ представлены в табл. 3.

Выводы

Моделирование рабочего процесса дизельного двигателя с учетом описания механизма образования оксидов азота позволяет с достаточной степенью точности оценить выбросы вредных веществ на стадии предварительного проектирования. Рециркуляция отработавших газов позволяет в значительной степени снизить концентрацию оксидов азота в отработавших газах. Оптимальное значение степени рециркуляции отработавших газов для четырехцилиндрового двигателя производства ММЗ мощностью 140 кВт для выполнения экологических норм Евро-4 составляет 9,5...11,4% в зависимости от скоростного режима работы, а для норм Евро-5 – соответственно 13...14,7%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Alkidas, A.C. Relationship between smoke measurements and particulate measurements/ A.C. Alkidas // SAE Techn. Pap. Ser., 1984, N 840412. – 9 p.
2. Разлейцев, Н.Ф. Моделирование и оптимизация процесса сгорания в дизелях/ Н.Ф. Разлейцев. – Харьков: Вища школа, 1980. – 169 с.
3. Зельдович, Я.Б. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений / Я.Б. Зельдович, Ю.П. Райзер. – М.: Наука, 1966. – 686 с.
4. Кулешов, А.С. Математическое моделирование и компьютерная оптимизация топливоподачи и рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания/ А.С. Кулешов, Л.В. Грехов. – М.: МГТУ, 2000. – 64 с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОФПРИГОДНОСТИ

Н.Д. Джига, канд. психолог. наук, доцент (УО БГАТУ); О.В. Джига, аспирант (Академия Управления при Президенте РБ)

Аннотация

В статье раскрываются основные психологические факторы прогнозирования профпригодности будущих специалистов сельскохозяйственного производства и преподавателей вузов и колледжей, проходящих переподготовку по специальности «Специалист в соответствии с квалификацией по диплому» в ИПК и ПК АПК БГАТУ. Особое внимание уделяется формированию множества возможных методик, что является одним из наиболее творческих этапов, требующих больших интеллектуальных усилий. Авторы раскрывают некоторые методы поиска прогнозирования и изучения профпригодности будущих специалистов сельского хозяйства и преподавателей вузов и колледжей сельскохозяйственного профиля при зачислении их на обучение в вуз или колледж.

Введение

Внедрение в практику вузов мероприятий по психологическому отбору абитуриентов можно рекомендовать только при получении достоверных материалов, на основе анализа работы подготовленных специалистов, результатов профессионального обучения и специальных исследований, когда условия деятельности требуют специфических, трудно тренируемых и малокомпенсируемых свойств нервной системы, особенностей внимания, мышления, памяти и психомоторики.

Основная трудность профессионального психологического отбора заключается в многоаспектности проблемы, для успешного решения которой необходим комплексный подход и соответствующая организация. Многие важные аспекты этой проблемы, такие как профессиографическое описание специальностей и специализаций, системно-функциональный анализ трудовой деятельности педагогических кадров, который позволил бы увязать специфику его труда с требованиями профессии к человеку, его мировоззрения с подготовленностью и способностями, уровнем развития психических процессов и свойствами темперамента по существу мало разработан.

Основная часть

Выбор методов извлечения профессионально важной информации представляет одну из наиболее сложных задач. Существуют два принципиально различных подхода к решению этой задачи: аналитический и синтетический. Аналитическим методом вычисляются отдельные психические свойства с помощью тестов. Синтетический – предусматривает структурно-функциональное моделирование или имитацию отдельных трудовых действий, их совокупности или всей деятельности в целом.

Каждый из этих подходов обладает своими преимуществами и недостатками. Вместе с тем, аналитический подход, несмотря на его фрагментарность и оторванность получаемой информации от реальной

деятельности является более предпочтительным. Определив возможности человека в отношении задач, выделенных при психологическом анализе деятельности, можно установить его пригодность не только для данной конкретной деятельности, но и для всех случаев, где требуется такое же сочетание этих свойств. Синтетические методы для прогнозирования профессиональных способностей и успешной деятельности могут иметь достаточно высокую диагностическую ценность только тогда, когда технические средства, с помощью которых прогнозируются профессионально важные свойства личности, по своей структуре не отличаются или мало отличаются от структуры средств вооружения, на которых осуществляется деятельность. Это объясняется тем, что в таких методиках с большей или меньшей полнотой моделируется деятельность. Существенными недостатками методик синтетического типа является то, что при их использовании удается получить лишь интегральный показатель выполнения задания. Структурную диагностику успешности деятельности а, следовательно, ее структурный прогноз провести практически невозможно.

Можно с большим основанием полагать, что выбор одного из указанных методических подходов для психологического отбора до настоящего времени не получил своего окончательного решения и, вероятно, как с теоретической, так и с практической точки зрения представляется целесообразным какое-то их сочетание [1].

Такое сочетание методических подходов при построении методик отбора позволит в определенной мере компенсировать их недостатки.

Недостаточная эффективность исследований, проводимых в вузах по этому направлению, объясняется, прежде всего, отсутствием координации и фактическим игнорированием комплексного характера работы.

Мы предлагаем следующую модель формирования профпригодности будущего специалиста (рис 1).

Первая подсистема включает подготовку к аграрному, педагогическому, профессиональному обу-

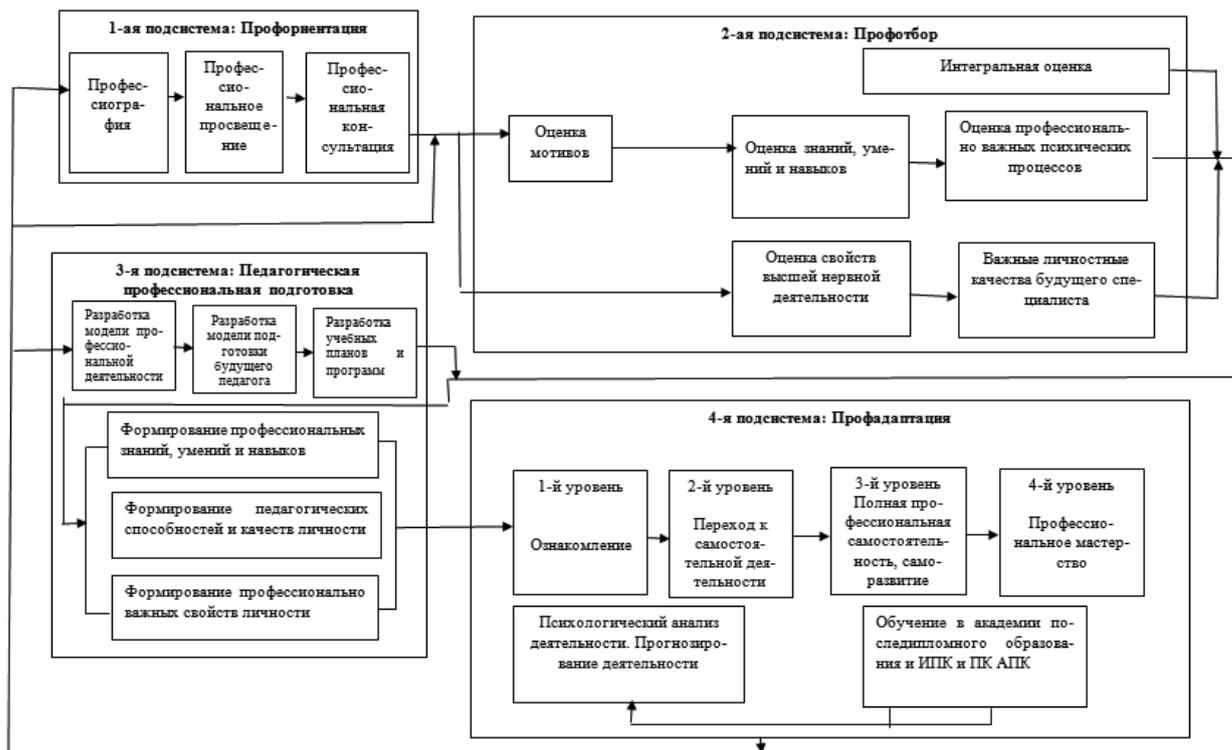


Рисунок 1. Система формирования профессиональной направленности будущего специалиста

чению, т.е. ориентацию молодежи на сельскохозяйственные и педагогические профессии.

Вторая подсистема – мероприятия по выявлению претендентов, способных к профессиональному педагогическому аграрному обучению, и деятельности педагога данной специальности к выявлению направленности учащегося (студента) на сельскохозяйственные профессии, т.е. профессиональный отбор претендентов, будущих специалистов сельхозпроизводства.

Третья подсистема – подготовка в колледже и вузе будущих специалистов сельского хозяйства и педагогическая профессиональная подготовка через ИПК и ПК АПК БГАТУ преподавателей сельскохозяйственных колледжей и вузов.

Четвертая подсистема является конечной. Она включает профессиональную адаптацию и овладение профессиональным мастерством, как специалистов сельского хозяйства, так и специалистов, прошедших психолого-педагогическую переподготовку как преподавателя, через ИПК и ПК АПК БГАТУ.

Первая подсистема включает подготовку к аграрному и педагогическому обучению, ориентацию учащихся (студентов), молодежи на сельскохозяйственные и педагогические профессии. Профессиональная ориентация является входной и достаточно отдаленной от конечной цели подсистемой. Перед ней стоят две задачи. Во-первых, обеспечить распределение учащихся (студентов) во время профориентации по специальностям таким образом, чтобы каждый учащийся (сту-

дент) в своем колледже (вузе) был лучшим исполнителем своей работы, поручений, обладал организаторскими способностями, моральными качествами, являлся носителем высокой идейности и патриотизма, культуры, обладал твердостью характера, крепкой волей, активной жизненной позицией, нравственно-духовными ценностями и ценностными ориентациями, независимостью в суждениях, самостоятельностью собственной личности, инициативностью и целеустремленностью. Труд будущего специалиста должен доставлять ему творческое удовлетворение и желание проявлять и развивать свои способности. Во-вторых, психологически подготавливать учащихся (студентов) и молодежь к профессиональному обучению и деятельности, поручая вести профориентационную работу с будущими специалистами преподавателям и кураторам, которые являются личностями, и своим примером смогут оказать влияние на формирование образа профессии, личности будущего специалиста в психической регуляции сельскохозяйственной и педагогической деятельности.

В системе первой подсистемы мы предлагаем три функционально связанные между собой подсистемы: профессиографию, профессиональное просвещение и профессиональную консультацию.

Профессиография, как подсистема более низкого ранга, функционально связана с четвертой подсистемой, которая включает профессиональную адаптацию и овладение профессиональным мастерством. Разработка

профессиограмм каждой конкретной специальности осуществляется на основе данных психологического анализа деятельности лучших специалистов и преподавателей-личностей, мастеров педагогического дела. Профессиональная консультация, являющаяся конечной подсистемой профориентации, функционально связана со второй подсистемой – профотбором.

Системный подход в проведении ориентации на сельскохозяйственные и педагогические профессии предполагает формирование у учащихся (студентов) не только мировоззрения и интересов на сельскохозяйственные профессии, но и нужных качеств личности, общих и специальных способностей, профессионально важных психических процессов, эмоционально-волевой устойчивости, самостоятельности, инициативности, целеустремленности, ценностных ориентаций, высокой идейности и т.д. Это значит поэтапный комплекс взаимосвязанных методов формирования профессионально важных качеств у учащихся (студентов) колледжа и вуза еще в процессе подготовки, обуславливается процессом профессионального образования. Некоторые из этих качеств не всегда удается сформировать и развить до желаемого уровня. Системный подход предполагает определенную степень централизации управления профессиональной ориентацией на сельскохозяйственные профессии в процессе преподавания специальных предметов, как в отдельных звеньях, так и в подсистемах в целом, с соблюдением последовательности и преемственности. Это совместная работа семьи, колледжа, управления образования, вузов. Такой контингент учащихся (студентов) у нас есть, но нам необходимо прогнозировать и отбирать нужный контингент в сельскохозяйственные колледжи и вузы.

Вторая подсистема – профессиональный отбор. Профессиональный отбор — это процесс выбора претендентов с такими личностными свойствами, которые наилучшим образом соответствовали бы требованиям будущей профессии (специальности) и от которых можно ожидать максимальной профессиональной пригодности. Наши вузы не практикуют профессиональный отбор, но мы считаем, что в сельскохозяйственных, педагогических и медицинских учебных заведениях он является обязательным.

Рассматривая профессиональный психологический отбор в вузы, т.е. выделение способных к обучению и овладению специальностью, как один из важнейших факторов успешности формирования профессиональной пригодности специалиста, мы, тем самым, можем с полным правом говорить о повышении вероятности прогнозирования успешности обучения и профессиональной деятельности будущего специалиста, что в современных условиях представляется чрезвычайно важным [2], а, следовательно, и самоуправление (самоизменение, самосовершенствование, самоактуализация, саморазвитие) учащегося (студента) как фактора успешности обучения.

Профессиональный отбор на сельскохозяйственные и педагогические профессии, с позиций современной науки, выступает как двуединый процесс.

С одной стороны, отбор выражает собой средство, выявление и реализации желания абитуриента посвятить свою жизнь сельскохозяйственной (педагогической) деятельности, а выбор профессии – это сложный социальный и психологический процесс.

С другой стороны, задача профотбора заключается в том, чтобы подобрать для профессионального (педагогического) обучения и деятельности людей личностные свойства, склонности и способности которых наилучшим образом соответствовали бы требованиям будущей профессии (специальности). Профессиональный психологический отбор, однако, не кратковременный акт, в процессе которого выявляются профессионально важные свойства личности, а в известной мере продолжительный процесс. В этом заключается идея пролонгированного отбора. «Психологический отбор, - пишет известный итальянский специалист в этой области, психолог М. Стролло, - является не актом, а длительным процессом, первая существенная фаза которого возникает в момент встречи»[3].

Профессиональный отбор опирается на общепсихологические принципы изучения личности.

К ним, по мнению А.Т. Радунова, относятся:

- **принцип объективности**, предполагающий использование объективных данных и фактов о личности;
- **принцип всесторонности**, предполагающий изучение всех сторон (свойств) личности;
- **принцип динамичности**, предполагающий изучение личности в изменении и развитии;
- **принцип целеустремленности**, включающий выбор наиболее эффективных методов изучения свойств личности;
- **принцип изучения свойств личности в коллективе** и через коллектив;
- **принцип соответствия** требованиям обучения и профессиональной деятельности;
- **принцип активности**, предполагающий психологические, воспитательные, тренировочные или режимные мероприятия, направленные на формирование необходимых, но недостаточно развитых способностей [2].

Реализация этих принципов предполагает в качестве основной формы проверки адекватности свойств личности абитуриентов пролонгированный отбор, который осуществляется в процессе профессиональной ориентации и адаптации к профессиональному обучению и опирается на всестороннее психолого-педагогическое изучение личности.

Профессиональный психологический отбор абитуриентов в вуз, как связующее звено между системой подготовки в средней и высшей школе позволяет выявить не только кандидатов по их личностным свойствам, отвечающим требованиям обучения и дальнейшей профессиональной деятельности, но и создает предпо-

сылки для совершенствования системы профессионального обучения и воспитания будущих специалистов.

Информация о первоначальном уровне профессионально важных свойств личности абитуриентов, которую можно получить в результате психологического отбора, является существенно важным элементом построения всей системы обучения и воспитания в вузе с целью формирования профессиональной пригодности для практической деятельности.

Прогнозирование способностей, осуществляемое посредством процедур профотбора, как справедливо отмечает Т.Т. Джамгаров, характеризуется следующими основными особенностями: раздельностью во времени этапа прогнозирования от этапа овладения данной деятельностью или выполнения ее; опосредованными приемами получения информации о способностях индивидов; парциальностью, относительно малой надежностью и, как правило, дефицитом исходной информации. Все это, в свою очередь, определяет подчеркнуто вероятный характер прогнозов [4].

Прогнозирование успешности профессионального обучения и деятельности методами оценки личностных свойств индивида представляет собой аргументированное вероятностное заключение о пригодности к профессиональному обучению и деятельности, как мы уже упоминали, возможно на основе психологического изучения деятельности, разработки методов выявления профессионально важных свойств индивида, критериев их оценки, определения валидности этих методов.

Поскольку успешность деятельности, как справедливо отмечает Т.Т. Джамгаров, зависит от степени взаимной соотнесенности ее со способностями личности, изучение психологической структуры деятельности дает как бы отраженное представление о структуре способностей к ней [5]. Результаты психологического анализа деятельности, кроме того, позволяют выбрать критерии для суждения о точности сделанных прогнозов.

Таким образом, в оценке профессионально важных психических процессов ведущим продолжает оставаться аналитический метод, т.е. метод тестов, хотя с момента их создания и на протяжении всей истории использования в целях прогнозирования профессиональных способностей они подвергались и подвергаются острой критике. Правда эта критика касается в основном тех методик, которые предлагались для оценки «уровня интеллекта», «умственной одаренности» и т.п., а также определенных крайностей, вытекающих из упрощенного понимания этого метода, когда тесты ставят неизгладимое пятно на человеке, его умственном состоянии.

Для оценки направленности, устойчивости мотивов и других профессионально важных качеств претендента, широкое применение находят нетестовые методики, в том числе различные опросники, анкеты-интервью, изучение личных дел, индивидуальная беседа и внешняя их простота, как отмечает В.А. Бодров и Т.Т. Джамгаров, - это довольно обширная информация, которую удается быстро получить с их

помощью, привлечь к ним большое число исследователей, не являющихся специалистами в области психологии личности, а значит и не владеющих, как правило, знаниями и опытом, необходимым и для интерпретации получаемых результатов. Отсюда вытекает, с одной стороны, необходимость более глубокого обоснования путей и способов применения личностных методов в целях психологического отбора, а с другой стороны, - потребность подготовки специалистов в этой области [6].

Для оценки свойств нервной системы благоприятны такие ситуации, в которых, как отмечает К.М. Гуревич, интересующие нас свойства выявляются в жизненных задачах предельной трудности: длительная, сосредоточенная, высокомотивированная, перцептивная и интеллектуальная деятельность при действии сильных отвлекающих факторов - для силы - слабости; неожиданные экстренные переходы с одних задач на другие - для подвижности - инертности, длительное пребывание в состоянии латентной готовности к деятельности - для баланса [7].

Однако в реальных условиях этот метод лучше всего использовать для проверки адекватности свойств нервной системы индивида, полученной с помощью экспресс-методов, опросника ЧХТ, разработанного В.А. Марищуком, И.Г. Хиловой и В.М. Савищевым по материалам ММРІ, или использовать методические рекомендации к исследованию типа высшей нервной деятельности человека для целей психиатрической диагностики и профориентации [8]. Одним из наиболее распространенных и продуктивных методов исследований свойств нервной системы является электроэнцефалография (ЭЭГ), с помощью которой, по словам В.Д. Небылицина, можно извлечь огромное количество содержательной психофизиологической информации, в том числе для определения одного из основных свойств нервной системы - силы (слабости) процесса возбуждения. Как показывают исследования советских (В.Д. Небылицин, С.С. Лисицын, М.И. Ливанов, С.Ж. Треулин, А.Б. Коган и др.) и зарубежных ученых (Г. Уолтер, У.Р. Эшби, Джонсон, Г. Улет), путем статистической обработки в электрофизиологическом аспекте можно обнаружить разность между слабой и сильной нервными системами по размаху колебаний амплитуды биопотенциалов мозга [9]. Однако современный уровень дифференциальной психологии, к сожалению, еще не позволяет достаточно надежно оценивать типологические свойства нервной системы личности по критерию их профессиональной значимости. Вместе с тем не следует отказываться от применения уже имеющихся способов диагностики свойств нервной системы лишь на том основании, что они несовершенны, и требовать некоего универсального приема, когда такой «универсум» появится, пожалуй, необходимость в отборе отпадает, так как войдет в силу закон перемены труда, который может снять эту проблему.

Научная достоверность полученных результатов оценки профессионально важных свойств личности в

значительной степени зависит от критериев их предварительной оценки. Для оценки прогностической достоверности методик сравнивают результаты экспериментального обследования претендентов в виде какого-то интегрального показателя с такими данными, как успешность профессионального обучения, профессиональная активность, быстрота профессиональной адаптации и т.п.

Если данные прогноза профессиональных способностей оказались адекватными успешности профессионального обучения и деятельности, объективность избранных критериев не вызывает сомнения. Недостаточная адекватность или объективность избранных критериев может практически свести на нет все усилия и затраты, связанные с созданием подсистемы психологического отбора.

Вместе с тем, в практике проведения профессионального психологического отбора нередко приходится сталкиваться с необходимостью использования не максимального, а какого-то среднего критерия или даже ниже среднего критерия. Это определяется численностью претендентов для зачисления в вуз. Для этого весь отбираемый контингент делится на четыре группы: безусловно пригодные, пригодные, условно пригодные и непригодные. Безусловно пригодные и пригодные – это лица, которые с высокой степенью вероятности будут успешно осваивать любую профессию, в том числе педагогическую, и после окончания вуза быстро адаптируются к условиям деятельности в вузах и колледжах, показывая высокую профессиональную эффективность.

Условно пригодные имеют такую вероятность прогноза, по которой можно заключить, что они в процессе профессионального обучения будут иметь среднюю успешность, а в практической деятельности будут справляться со своими обязанностями, в их работе могут иметь место ошибки лишь незначительно снижающие общую эффективность деятельности.

Непригодные – это такие претенденты, которые показали низкую прогностическую вероятность успешности обучения и профессиональной деятельности по специальности.

Как показали исследования, реализация задач и принципов профессионального психологического отбора может быть осуществлена методами системного подхода, который предполагает поэтапный комплекс диагностических приемов для изучения профессионально важных показателей свойств личности абитуриента.

При разработке психологических приемов профессионального отбора необходимо руководствоваться следующими принципами изучения профессионально важных свойств личности:

- единства деятельности и сознания личности;
- структурности как единства компонентов целого и их всесторонних связей;
- динамичности, отражающим воспитуемость личности и компенсируемость способностей;

- комплексности, предполагающим разностороннее изучение личности;

- дифференцированности, означающим, что каждая методика должна быть направлена на оценку определенного свойства или совокупности свойств личности;

- научной обоснованности, выражающимся в том, что методики должны соответствовать комплексу профессионально важных свойств личности;

- достоверности, означающим, что выявляемые с помощью методик профессионально важные качества личности должны быть прогностичными и надежными.

Реализация этих принципов в процедурах профессионального психологического отбора может быть осуществлена путем личностного подхода, т.е. понимания отдельных психических явлений в единстве с деятельностью. Деятельность и ее элементы – действие и поступки не могут быть правильно поняты без учета личностной их обусловленности. Это означает, прежде всего, что, определяя пригодность абитуриента к профессиональному обучению и деятельности, нужно рассматривать человека в генезисе его становления и развития: в школьные годы, в ходе профессионального обучения в вузе и колледже и, наконец, с учетом его планов на будущее. Только в единстве ретроспективного, презентативного и перспективного подходов возможно прогнозирование педагогической профессиональной успешности и успешности любой сельскохозяйственной специальности.

Личностный подход опирается на модель динамической функциональной структуры личности, как собственно психологический принцип, который объективно выступает теоретической основой изучения личности.

«Личностный подход к человеку, с которым устанавливаются какие-то отношения, или, который, в частности, является объектом изучения, – пишет К.К. Платонов, – это подход к нему как к целостной личности, с изучением всей ее сложности, истории ее развития и всех ее индивидуальных особенностей, иными словами, – подход с учетом всей индивидуальной динамической функциональной структуры данной конкретной личности» [10].

Такое определение личностного подхода является дальнейшим развитием идеи С.Л. Рубинштейна об определяющей роли принципа детерминизма в понимании личности как целостного единства внутренних условий. Раскрывая содержание этой мысли, он подчеркивал: «При объяснении любых психических явлений личность выступает как воедино связанная совокупность внутренних условий, через которые преломляются все внешние воздействия. Внешнее воздействие дает тот или иной психический эффект, лишь преломляясь через психическое состояние субъекта, через сложившийся у него строй мыслей и чувств» [9].

Наиболее плодотворной попыткой решить задачу объединения социологического, биосоматического подходов к изучению личности является, по нашему

мнению, разработанная К.К. Платоновым модель динамической функциональной структуры личности [10].

В наших исследованиях модель структурной природы профессиональных способностей используется для комплексного познания структурной взаимосвязи свойств личности абитуриента.

Согласно концепции К.К. Платонова, подход к изучению всех многообразных проявлений личности человека, истории ее развития и всех индивидуальных особенностей проводится как динамическое сочетание следующих четырех подструктур ее составляющих:

первой подструктуры, объединяющей направленность, отношения и моральные черты личности. Элементы (черты) личности, входящие в эту подструктуру, чаще всего не имеют врожденных задатков, а отражают индивидуально преломленное общественное сознание. Ее можно назвать социально-обусловленной подструктурой или направленностью личности. Направленность, взятая в качестве целого, в свою очередь, включает в себя такие формы, как желание, интересы, склонности, мировоззрения, убеждения, идеалы, установки, перспективы. В этих формах направленности личности проявляются и отношения, и моральные черты личности, и различные формы потребностей;

второй подструктуры, объединяющей знания, навыки, умения, сложившиеся привычки, которые приобретены личным опытом в процессе обучения. Содержание и характер этих качеств в основном детерминированы социально. Однако в этой подструктуре заметное влияние оказывают врожденные задатки, проявляющиеся в способностях и профессиональных возможностях;

третьей подструктуры, объединяющей индивидуальные особенности отдельных психических процессов, понимаемых как формы отражения: ощущения, восприятия, представления, память, мышление, воображение, внимание, эмоции, чувства, воля. Эту подструктуру иначе называют функциональными особенностями личности. Для качеств этой подструктуры характерно влияние врожденных свойств. Их учет – необходимое условие многих педагогических и сельскохозяйственных профессий.

четвертой подструктуры, объединяющей свойства темперамента (типологические особенности высшей нервной деятельности). Сюда входят также возрастные свойства личности. Эту подструктуру называют биологически обусловленной. Врожденность свойств этой подструктуры значительно преобладает над приобретенностью.

Выводы

Практическое решение задач профессионального психологического отбора абитуриентов в вузы в ИПК и ПК АПК БГАТУ требует полного анализа структу-

ры личности и ее способностей по всем четырем подструктурам с последующим соотношением результатов с его выходными критериями, предъявляемыми к конкретной деятельности специалиста. В этом заключается системность подхода к данной проблеме и при прогнозировании профотбора необходимо изучать в системе все личностные качества специалиста сельского хозяйства.

Изучение только одной подструктуры личности, объединяющей, например, знания, навыки и умения, приводит к нарушению системы исследования и подсчетам при работе, а, следовательно, к большому отсеву в ходе обучения и, нередко, к профессиональной непригодности.

Поэтому, при решении вопроса о выборе психологических приемов прогнозирования успешности профессионального обучения и деятельности, необходимо предусмотреть такие методы, которые позволяли бы адекватно выявить свойства личности по каждой подструктуре модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуревич, К.М. Профессиональная пригодность и основные свойства нервной системы/ К.М. Гуревич. – М., 1990. – 159с.
2. Ростунов, А.Т. Формирование профессиональной пригодности будущих специалистов/ А.Т. Ростунов. – Минск: НИИ, 1998. – 180с.
3. Strollo, M. Selektion psychologique du personel nawigant.
4. Congresse Mondiale e Europa die Medicyon Aeronavtica e Spazial Tiporg. Band, Roma, 1991.
5. Джамгаров, Т.Т. Теоретические аспекты проблемы прогноза способностей/ Т.Т. Джамгаров //Авиационная и космическая медицина. – М., 1989. – Т. 1.
6. Методические рекомендации к исследованию типа высшей нервной деятельности человека для целей психиатрической диагностики и профориентации. – Ворошиловград, 1994. – С.6-40.
7. Клягин, В.С. Диагностическое значение индивидуальной стабильности суммарной электроэнцефалограммы. Психофизиологические вопросы становления профессионала/ В.С. Клягин. – М., 1974. – С. 116-138.
8. Платонов, К.К. Личностный подход как принцип психологии: в кн. Методические и теоретические проблемы психологии/ К.К. Платонов. – М., 1969. – 198с.
9. Рубинштейн, С.Л. Бытие и сознание/ С.Л. Рубинштейн. – М., 1957. – 308с.
10. Платонов, К.К. Проблемы способности/ К.К. Платонов. – М., 1972. – С. 79-81.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. Журнал «Агропанорама» помещает достоверные и обобщенные материалы, которые имеют научное и практическое значение, отличаются актуальностью и новизной, способствуют повышению экономической эффективности агропромышленного производства, носят законченный характер.

Приказом Председателя ВАК от 4 июля 2005 г. № 101 журнал «Агропанорама» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственным и техническим наукам (сельскохозяйственное машиностроение, транспорт, геоэкология, энергетика).

2. Объем научной статьи, учитываемой в качестве публикации по теме диссертации, должен составлять, как правило, не менее 0,35 авторского листа (14000 печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и др.), что соответствует 8 стр. текста, напечатанного через 2 интервала между строками (5,5 стр. в случае печати через 1,5 интервала).

Рукопись статьи, передаваемая в издательство, должна удовлетворять основным требованиям современной компьютерной верстки. К набору текста и формул предъявляется ряд требований:

1) рукопись, подготовленная в электронном виде, должна быть набрана в текстовом редакторе Word версии 6.0 или более поздней. Файл сохраняется в формате «doc»;

2) текст следует сформатировать без переносов и выравнивания правого края текста, для набора использовать один из самых распространенных шрифтов типа Times (например, Times New Roman Cyr, Times ET);

3) знаки препинания (.,!?:;...) не отделяются пробелом от слова, за которым следуют, но после них пробел обязателен. Кавычки и скобки не отделяются пробелом от слова или выражения внутри них. Следует различать дефис«-» и длинное тире «—». Длинное тире набирается в редакторе Word комбинацией клавиш: Ctrl+Shift+«-». От соседних участков текста оно отделяется единичными пробелами. Исключение: длинное тире не отделяется пробелами между цифрами или числами: 1991-1996;

4) при наборе формул необходимо следовать общепринятым правилам:

а) формулы набираются только в редакторе формул Microsoft Equation. Размер шрифта 12. При длине формулы более 8,5 см желательно продолжение перенести на следующую строку;

б) буквы латинского алфавита, обозначающие: переменные, постоянные, коэффициенты, индексы и т.д., набираются курсивом;

в) элементы, обозначаемые буквами греческого и русского алфавитов, набираются шрифтом прямого начертания;

г) цифры набираются шрифтом прямого начертания;

д) аббревиатуры функций набираются прямо;

е) специальные символы и элементы, обозначаемые буквами греческого алфавита, использованные при наборе формул, вставляются в текст только в редакторе формул Microsoft Equation.

ж) пронумерованные формулы пишутся в отдельной от текста строке, а номер формулы ставится у правого края.

Нумеруются лишь те формулы, на которые имеются ссылки в тексте.

3. Рисунки, графики, диаграммы необходимо выполнять с использованием электронных редакторов и вставлять в файл документа Word. Изображение должно быть четким, толщина линий более 0,5 пт, размер рисунка по ширине: 5,6 см, 11,5 см, 17,5 см и 8,5 см.

4. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок и номер (если таблиц несколько). Рекомендуется установить толщину линии не менее 1 пт. В оформлении таблиц и графиков не следует применять выделение цветом, заливку фона.

Фотографии должны иметь контрастное изображение и быть отпечатаны на глянцевой бумаге размером не менее 9x12 см. В электронном виде фотографии представляются отдельно в файлах формата «tif» с разрешением 300 dpi.

Научные статьи, публикуемые в изданиях, включенных в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, должны включать:

- аннотацию;
- фамилию и инициалы автора (авторов) статьи, ее название;
- введение;
- основную часть, включающую графики и другой иллюстративный материал (при их наличии);
- заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;
- список цитированных источников;
- дату поступления статьи в редакцию.

В разделе «Введение» должен быть дан краткий обзор литературы по данной проблеме, указаны не решенные ранее вопросы, сформулирована и обоснована цель работы.

Основная часть статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно осветить содержание исследований, проведенных авторами.

В разделе «Заключение» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

Дополнительно в структуру статьи могут быть включены:

- индекс УДК;
- перечень принятых обозначений и сокращений.

5. Литература должна быть представлена общим списком в конце статьи. Библиографические записи располагаются в алфавитном порядке на языке оригинала или в порядке цитирования. Ссылки в тексте обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

6. Статьи из научно-исследовательских или высших учебных заведений направляются вместе с сопроводительным письмом, подписанным директором и приложенной экспертной справкой по установленной форме.

7. Статьи принимаются в электронном виде с распечаткой в одном экземпляре. Распечатанный текст статьи должен быть подписан всеми авторами. В конце статьи необходимо указать полное название учреждения, организации, предприятия, колхоза и т. д., ученую степень и ученое звание (если есть), а также полный почтовый адрес и номер телефона (служебный или домашний) каждого автора.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

При предъявлении копии годовой (полугодовой) подписной квитанции на наш журнал статьи рассматриваются в режиме наибольшего благоприятствования.

*Авторские материалы для публикации в журнале «Агропанорама» направляются в редакцию по адресу:
220023 Минск, пр. Независимости, 99, корп. 1, к. 333.
УО БГАТУ.*

МОБИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ ОТРАБОТАННЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И МОТОРНЫХ МАСЕЛ



НАЗНАЧЕНИЕ:

Мобильная установка осуществляет очистку масла, ранее использованного в ДВС и гидросистемах, удовлетворяющую техническим требованиям, для дальнейшего повторного использования.

Мобильная установка для очистки отработанных гидравлических и моторных масел состоит из передвижной платформы, на которой расположены: пульт управления, система предварительного подогрева масла, центрифугирования

и фильтрования. В системе фильтрования используются композиционные фильтры на основе спеченных порошковых и волокнистых материалов, сеток и пенополиуретана (патенты РБ № 2700, № 3059).

В установке использованы современные средства автоматизации, что делает ее удобной в эксплуатации и обеспечивает необходимый технологический процесс.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Производительность установки, л/час	40
Рабочий объем бака, л	45
Рабочая температура масла, °С	60...90
Мощность маслонагревателя, кВт	6
Время нагрева масла от 10 до 60°С, мин	12
Потребляемая мощность, кВт	1,5
Тонкость очистки, мкм	5...15
Габаритные размеры установки, мм	1250x650x1000
Масса, кг	110

Разработчик

БГАТУ