

# Техника и оборудование для села

Сельхозпроизводство • Переработка • Агротехсервис • Агробизнес



**Приставки CLAAS.**  
Сила в универсальности.

**CLAAS**



Август 2013



ООО КЛААС Восток: г. Москва, тел. +7 (495) 644 13 74 [www.claas.ru](http://www.claas.ru)

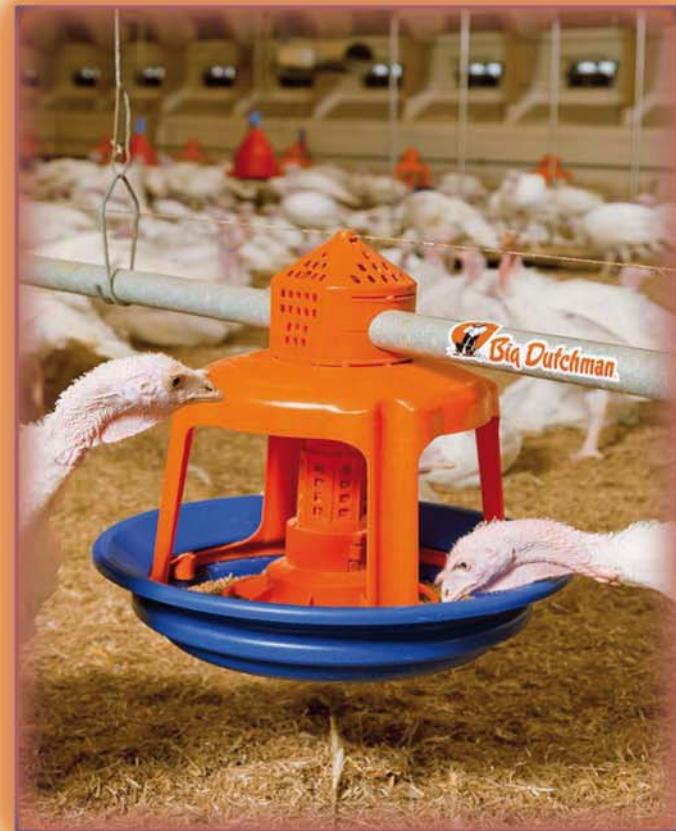


# Big Dutchman®

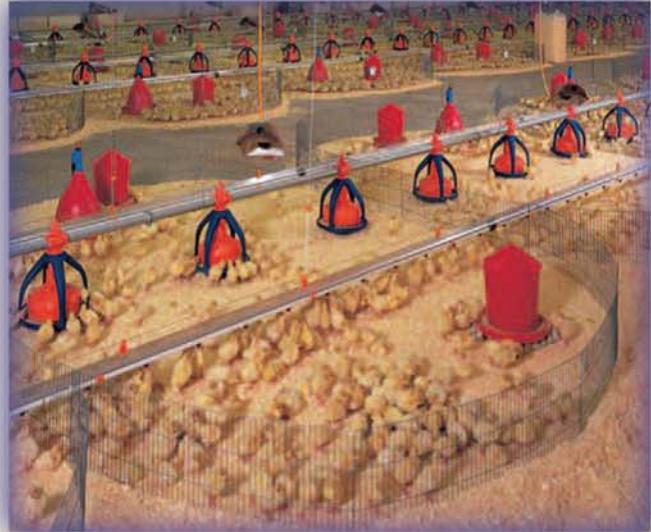
20 лет работы в России в области птицеводства и свиноводства. Выбор оптимальной технологии. Поставка оборудования, документальное сопровождение, монтаж и шефмонтаж, гарантийное и послегарантийное обслуживание, обучение кадров.

## ООО «Биг Дачмен»

Год основания: Фирма «Big Dutchman» была создана в 1938 году. В России работает более 20 лет, из них более 11 лет – опыт по продаже оборудования для индейководства.



Широкий спектр изделий, опытные специалисты, ноу-хау, использование ресурсосберегающих технологий составляют основу успеха компании на протяжении всего периода работы. Сотрудники российского проектного отдела имеют опыт работы на птицефабриках и институте ВНИТИП.



**Секрет успеха компании:** Опыт работы на Российском рынке на протяжении 20 лет, дочерние филиалы и агентства по сбыту, работающие во многих странах мира, гарантируют близость к рынку и доступ к хорошо отлаженной и четко сконструированной системе сервисного обслуживания на высоком уровне.



на правах рекламы

**Московское представительство фирмы: Москва, 7-й Ростовский пер., 15**

**Тел./факс: (495) 229-5161, 229-5171**

**E-mail: [info@bigdutchman.ru](mailto:info@bigdutchman.ru); [www.bigdutchman.ru](http://www.bigdutchman.ru)**

Ежемесячный  
научно-производственный  
и информационно-  
аналитический  
журнал

Учредитель:  
ФГБНУ «Росинформагротех»

Издается с 1997 г.

при поддержке

Минсельхоза России

и Россельхозакадемии

Индекс в каталоге

агентства «Роспечать» 72493

Индекс в объединенном

каталоге «Пресса России»

42285

Перерегистрирован

в Роскомнадзоре

Свидетельство

ПИ № ФС 77-47943

от 22.12.2011 г.

Редакционный совет:

академики Россельхозакадемии

Бледных В.В., Ежевский А.А.,

Ерохин М.Н., Конкин Ю.А.,

Кряжков В.М., Лачуга Ю.Ф.,

Морозов Н.М., Рунов Б.А.,

Стребков Д.С., Черноиванов В.И.

Редакционная коллегия:

главный редактор

Федоренко В.Ф.,

чл.-корр. Россельхозакадемии,

д-р техн. наук

зам. главного редактора:

Мишурин Н.П., канд. техн. наук;

члены редколлегии:

Буклагин Д.С., д-р техн. наук;

Голубев И.Г., д-р техн. наук;

Гольтиапин В.Я., канд. техн. наук;

Кузьмин В.Н., д-р экон. наук

Отдел рекламы

Горбенко И.В.

Дизайн и верстка

Речкина Т.П.

Художник Жукова Л.А.

Журнал включен

в Российский индекс

научного цитирования (РИНЦ).

Полные тексты статей

размещаются на сайте

электронной научной библиотеки

eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

Перепечатка материалов,

опубликованных в журнале,

допускается только

с разрешения редакции.

# В НОМЕРЕ

## Государственная программа развития сельского хозяйства

- Морозов Н.М. Развитие машинных технологий и систем технических средств для механизации и автоматизации процессов в животноводстве ..... 2

- Юбилеи ..... 9

## Проблемы и решения

- Табаков П.А. О техническом оснащении сельского хозяйства Чувашской Республики ..... 10

## Инновационные проекты, новые технологии и оборудование

- Мирзоянц Ю.А., Фириченков В.Е., Лебедев, Д.С., Орлова Е.Е., Величко И.И. Перспективные технологии летнего способа содержания овец применительно к Центральному региону Российской Федерации ..... 14

- Пахомов А.И. Эффективная волноводная система для сельскохозяйственной СВЧ-установки ..... 18

- Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Ремболович Г.К., Селиванов В.Г. Перспективные направления и технические средства для снижения повреждений клубней при машинной уборке картофеля ..... 22

- Трубилин Е.И., Сапрыкин В.Ю., Труфляк Е.В. Однорядный кукурузоуборочный комбайн для уборки початков сахарной кукурузы ..... 26

## В порядке обсуждения

- Кушнарев Л.И. О создании инженерно-технической системы АПК Российской Федерации ..... 30

## Агробизнес

- Бурьянов А.И., Бурьянов М.А., Горячев Ю.О. Метод обоснования рациональных составов уборочно-транспортных комплексов для уборки зерновых культур .... 36

## Агротехсервис

- Кузнецов Ю.А., Гончаренко В.В. Технологии высокоскоростного напыления ..... 40

## Биоэнергетика

- Долинский А.А., Курис Ю.В., Гуревич Н.А. Современная методика определения равновесных продуктов горения биоэнергетических топлив ..... 46

По решению ВАК журнал включен в перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

## Редакция журнала:

141261, пос. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

Тел.: (495) 993-44-04

Факс (496) 531-64-90

[fgnu@rosinformagrotech.ru](mailto:fgnu@rosinformagrotech.ru); [r\\_technica@mail.ru](mailto:r_technica@mail.ru)

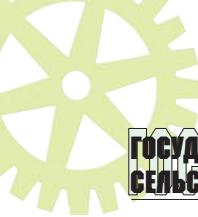
[www.rosinformagrotech.ru](http://www.rosinformagrotech.ru)

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»

Заказ 431

© «Техника и оборудование для села», 2013





УДК 636:631.171

# Развитие машинных технологий и систем технических средств для механизации и автоматизации процессов в животноводстве

Н.М. Морозов,

д-р экон. наук, проф.,

акад. Россельхозакадемии, зав. отделом  
(ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии)

vniimzh@mail.ru

**Аннотация.** Приведены перспективные технологии и способы механизации и автоматизации процессов при производстве продукции животноводства на период до 2020 г.

**Ключевые слова:** система машин, технологии производства продукции животноводства, комплекты машин.

**Окончание. Начало в № 7.**

Системой машин для механизации и автоматизации процессов при производстве свинины предусмотрены необходимые технические средства для содержания животных, раздачи концентрированных кормов, водоснабжения и поения, уборки навоза из помещений, подготовки к использованию органических удобрений, теплоснабжения и обеспечения микроклимата в помещениях, транспортировки животных, взвешивания и ветсанобеспечения. Высокие показатели продуктивности свиноматок (многоплодие) и молодняка (прирост живой массы) будут обеспечиваться за счет создания комфортных условий содержания животных в соответствии с их биологическими потребностями (температура, относительная влажность – 60–70%, предельная концентрация в воздухе углекислого газа ≤ 2%, аммиака – до 20 мг/м<sup>3</sup>, сероводорода – 10 мг/м<sup>3</sup>, пыли – 6 мг/м<sup>3</sup>), исключения источников беспокойства и стрессов.

Устранение потерь кормов при раздаче, а также выдача установлен-



ных доз кормов отдельным животным или группам с учетом их физиологического состояния, возраста предопределяют продуктивность животных и эффективность использования машин и механизмов.

Система машин для овцеводства разработана применительно к технологическим особенностям четырёх систем ведения овцеводства – пастбищной, пастбищно-стойловой, стойлово-пастбищной и стойловой. Состав и номенклатура технических средств для овцеводства обеспечивают механизацию работ с учетом технологических и организационных требований к выполнению каждого процесса. Наиболее трудоемким и энергоёмким процессом в зимний стойловой период продолжает оставаться раздача рассыпного сена овцам, затраты труда на выполнение которой составляют до 60% всех затрат по уходу за животными.

Сотрудниками ГНУ СНИИЖК (Ставропольский край) разработана технология ненормированного кормления овец прессованным в рулоны сеном из передвижных ротационных самокормушек на выгульно-кормовых площадках. Из одной самокормушки одновременно осуществляется кормление 20 взрослых овец или 25 голов молодняка. Для механизации стрижки овец системой машин рекомендуется использовать электрифицированные индивидуальные и групповые стригальные агрегаты модульного типа, что позволяет организовать стрижку практически любого поголовья овец и оборудовать стригальные пункты на различное количество рабочих мест (до 60).

Основой увеличения продукции птицеводства и повышения эффективности отрасли является применение промышленных ресурсосберегающих технологий производства и



инновационных достижений в крупных специализированных птицеводческих хозяйствах. Главными критериями таких технологий и промышленных форм организации являются высокая техническая и технологическая оснащенность предприятий, применение поточных автоматических линий, позволяющих осуществлять автоматизированное управление и регулируемое производство, создавая оптимальные условия жизнеобеспечения для реализации генетического потенциала высокопродуктивной птицы с минимальными затратами кормов и энергии, рабочего времени. Применение инновационных технологий и техники для производства продукции птицеводства направлено на снижение затрат ресурсов на получение продукции (кормов, энергии, рабочего времени), увеличение продуктивности, повышение качества продукции, эффективности использования зданий, сооружений, технических средств, рост производительности труда, охрану окружающей среды.

Основное внимание в системе машин уделено оптимизации параметров микроклимата, автоматизации выполнения процессов, улучшению условий содержания и выращивания птицы в клетках, адаптации режимов работы автоматических комплектов машин к физиологическим потребностям различных видов и групп птицы, позволяющих более полно реализовать их генетический потенциал и на этой основе сократить издержки производства, повысить рентабельность и качество продукции.

В настоящее время более 50% хозяйств применяют напольное выращивание бройлеров. Новая система машин предусматривает их выращивание в клеточных батареях, что по данным ВНИИТИП, позволяет уменьшить стоимость одного птицеместа до 507 руб. против 727 руб. с напольным оборудованием (без учета затрат на коммуникации, дороги и др.).

Для перехода с напольного к клеточному выращиванию бройлеров системой машин предусмотрено совершенствование существующих клеточных батарей – изменение кон-

струкций клеток и системы раздачи корма. Повышение эффективности использования объема помещений будет обеспечиваться за счет усовершенствования систем выгрузки бройлеров из птичников и транспортирования их в убойные цеха, создания новых систем обеспечения оптимального микроклимата в птичниках с повышенной вместимостью и др.

Для напольного содержания взрослой птицы предусмотрено изменение системы кормления – одновременное, дозированное и раздельное кормление кур и петухов разными рационами кормов, усовершенствование системы сбора яиц и применение пластиковых решеток. Новые технологии и рекомендуемая система машин позволят довести привесы бройлеров до 60 г в сутки, затраты труда – до 21 чел.-ч на 1 т мяса птицы, расход кормов на 1 кг прироста – до 1,6 кг, выход мяса с 1 м<sup>2</sup> – до 635 кг против 360 кг при традиционных технологиях.

Производство полноценных комбикормов непосредственно в хозяйствах из собственного сырья и промышленных белково-минеральных и витаминных добавок – важнейшее направление совершенствования технологии производства продукции животноводства, позволяющее улучшить качество кормов за счет их своевременной подготовки к скармливанию, снизить их стоимость за счет сокращения логистических издержек, повысить конверсию и уменьшить издержки производства продукции до 30-35%.

Системой машин предусмотрены технологии производства высококачественных и полнорационных комбикормов, в составе которых зерно будет занимать 65-70%, белково-витаминно-минеральные добавки (жмыхи, шроты, дрожжи, рыбная и мясокостная мука, премиксы) – 30-35%. При сохраняющейся тенденции роста цен на комбикорма, производимые предприятиями комбикормовой промышленности, достигших более 15 руб./кг, актуальным становится производство комбикормов непосредственно в хозяйствах. В системе машин представлены необходимые

технические средства и технологические приемы для выполнения всех операций производства комбикормов: подготовки исходного сырья, измельчения и шелушения пленчатых культур, весового дозирования и смешивания исходных компонентов комбикорма в соответствии с заданными рецептами для различных видов животных и птицы, тепловой обработки, обеспечивающей обеззараживание компонентов и повышение их питательной ценности, введение жидких и высоковлажных компонентов, снижающих стоимость комбикорма за счет уменьшения удельного веса зерна [1].

Для выполнения отмеченных технологических операций в системе машин предусмотрены как полнокомплектные агрегаты производительностью до 10 т/ч, так и отдельные машины для измельчения, плющения, смешивания, обеззараживания и гранулирования кормов. Модульный принцип построения агрегатов и системы машин в целом позволяет применительно к заданному типоразмеру (мощности) производства определить наиболее эффективные наборы (составы) технологических комплексов машин. Предусмотренные системой машин прогрессивные принципы и средства автоматизации процессов – тензометрия, микропроцессорное управление позволяют довести уровень автоматизации до 100%, достичь однородности смешивания до 95 и погрешности дозирования до 0,5±1%.

Новые рабочие органы, основанные на использовании инновационных достижений – сепараторы в шелушителях позволяют довести степень очистки зерна от пленки до 98-99,8% при снижении удельного потребления энергии до 26%, рифленые валцы в плющиках по сравнению с гладкими обеспечивают повышение производительности и снижение энергоемкости в 1,3-2 раза. Применение специальной установки для приготовления кормолекарственных смесей обеспечивает высокую однородность смешивания (98-99%) корма с лекарствами, антигельминтную эффективность обеззараживания (95-100%) при снижении в 3-5 раз

стоимости лечения и профилактики животных и росте производительности труда в 10-20 раз по сравнению с инъекциями.

Для водоснабжения ферм и комплексов в системе машин предусмотрены автоматизированные системы технических средств для подъема и распределения воды, позволяющие улучшить ее качество, минимизировать издержки, снизить потребление электрической энергии, ущербы от перебоев водоснабжения и потери воды, повысить надежность систем, уменьшить металлоемкость оборудования и капитальные вложения на строительство насосных станций. Отмеченные задачи будут решаться на основе перехода к полностью автоматизированным системам с применением регулируемого электропривода насосных агрегатов, обеспечивающего высокое качество и надежность подачи воды, минимальные издержки на техническое обслуживание.

В последние годы хозяйства всех форм собственности из-за отсутствия финансовых ресурсов не имеют возможности применять эффективные системы уборки навоза из помещений и подготовки органических удобрений. Используемые технологии и технические средства не обеспечивают производство органических удобрений с заданными физико-химическими характеристиками, позволяющими применять перспективные системы внесения их в почву (дифференцированные, локальные, многофункциональные агрегаты) и не в полной мере соответствуют экологическим требованиям. В результате из накапливаемого ежегодно навоза в качестве удобрений используется менее одной трети. Из-за низких доз внесения удобрений в России недополучают 30-40 млн т продукции в пересчете на зерно.

Перспективным направлением развития техники для уборки навоза из помещений является создание технических средств, работающих на принципах порционности забора экскрементов, транспортирования их к местам выгрузки кратчайшим путем, устранения многократного перемешивания. Высокая эффективность

выполнения процесса обеспечивается совершенствованием конструкции штанговых транспортеров, имеющих преимущества по стоимости, надежности, удельной энергоемкости, возможности транспортирования любого типа навоза.

Применение штанговых транспортеров позволяет минимизировать путь транспортирования навоза к местам выгрузки и сократить объем выполняемых работ. На фермах, предназначенных для содержания 100 коров, суточный объем работ по удалению навоза транспортерами типа ТСН-160 составляет 428 т·м, шнековыми – 487,4, штанговыми – 209,8 т·м.

При беспривязном содержании животных для уборки навоза из каналов шириной до 3,5 м ГНУ ВНИИМЖ разработана новая скреперная установка с гидравлическим приводом, пошаговым перемещением скрепера по длине продольного канала. От одной гидравлической станции может быть осуществлен привод до четырех контуров, т.е. уборка навоза может осуществляться в восьми каналах. Установленная мощность привода гидростанции 3 кВт, длина продольного канала до 150 м, тип тяговой штанги – полоса или профильная труба [2].

Перспективными являются технология и комплект оборудования для получения компостной смеси в процессе уборки навоза из животноводческих помещений, обеспечивающие эффективное производство органических удобрений и более полное использование удобрительных ресурсов. При их применении обеспечивается возможность круглогодичного производства компостной смеси высокого качества с дозированной подачей компонентов, регулируемым качеством смешивания. При этом в 2 раза сокращается количество выполняемых операций, в 1,5-2 раза снижаются энергоемкость процесса и издержки производства, отпадает необходимость в строительстве дорогостоящих навозохранилищ, создаются условия для экологически безопасного производства органических удобрений, на 20-25% увеличивается количество производимых удобрений.

В природно-климатических зонах России с минимальной температурой не ниже -15°C целесообразно применять технологию анаэробного сбраживания, разработанную учеными и специалистами ГНУ ВИЭСХ, ГНУ ВНИИМЖ и др., при использовании которой одновременно с получением высококачественных органических удобрений обеспечивается получение биогаза.

Одной из перспективных технологий подготовки органических удобрений является ускоренная биоферментация твердой фракции в специальных сооружениях, разработанная учеными ГНУ ВНИИМЗ. Применение технологии ускоренного производства удобрений в специальных камерах-биоферментаторах при принудительной подаче воздуха в ферментируемую смесь позволяет управлять процессом ферментации в целях получения конечной продукции с заданными агрохимическими показателями, сокращать сроки переработки органического сырья с 90-120 до 6-7 суток, устранив зависимость от погодных условий, получать конечную продукцию с высоким уровнем биогенности, питательности и экологической чистоты, снизить в 3-4 раза удельные энергозатраты на производство и применение удобрений.

Более 38% всей потребляемой в отрасли энергии расходуется на поддержание микроклимата в животноводческих помещениях, из них на привод вентиляторов – около 2 млрд кВт·ч электроэнергии в год, на тепловые процессы (подогрев воздуха, отопление, локальный нагрев, нагрев воды) – 1,8 млрд кВт·ч электроэнергии, 0,6 млн м<sup>3</sup> природного газа, 1,3 млн т жидкого и 1,7 млн т твердого топлива.

Системой машин предусматривается обеспечение оптимального микроклимата в помещениях на основе:

- создания технических средств с управлением на базе микропроцессорной техники;
- регулирования воздухообмена, использования биологической теплоты животных, кондиционирования, очистки, дезодорации, санации воздуха;



- защиты окружающей среды от загрязнения вентиляционными выбросами животноводческих ферм.

Снижение энергозатрат на обеспечение микроклимата будет осуществляться за счет применения аэрационных систем, тунNELьных систем вентиляции, оптимизации теплотехнических характеристик ограждающих конструкций зданий, автоматизации управления технических средств с учетом минимально необходимого воздухообмена для отдельных групп животных, сезонов, климатических зон, оптимизации технических характеристик оборудования с учетом изменения тепловлажностной нагрузки и наружных климатических условий.

Высокоэффективной энергосберегающей технологией обеспечения микроклимата животноводческих помещений является система с глубокой рециркуляцией воздуха на основе применения селективных мембран, пропускающих кислород и азот воздуха и задерживающих вредности. Применение таких систем в свинарниках-откормчиках позволяет исключить энергозатраты на обогрев помещений в холодное время года и бо-

лее чем вдвое уменьшить загрязнение воздушного бассейна в зоне ферм.

В системе машин предусмотрены средства ионизации воздуха, ультрафиолетового и инфракрасного облучения животных, разработка облучательного оборудования, включающего в себя источники ультрафиолетового, бактерицидного, инфракрасного и видимого излучения, расширение применения теплогенерирующего оборудования, работающего на природном газе и сокращение котельных установок и теплогенераторов, использующих дефицитные сорта жидкого топлива. Сокращение энергозатрат на вентиляцию животноводческих помещений будет осуществляться на основе применения систем вентиляции с локальной воздухоподачей непосредственно в зону расположения животных, уменьшающих объем приточного воздуха до 40%.

В системе машин предусмотрены необходимые технические средства для проведения санитарно-гигиенических мероприятий на объектах животноводства, направленных на предупреждение инфекционных и инвазионных заболеваний сельскохозяйственных животных и людей,

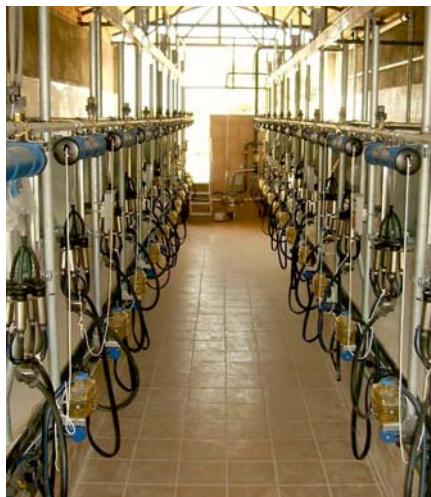
оздоровление имеющихся очагов инфекции, получение чистой продукции с целью повышения качества и безопасности продуктов животноводства и ограждения людей от заболеваний, общих для человека и животных.

Всего в системе машин для животноводства и птицеводства на период до 2020 г. предусмотрено более 600 типоразмеров машин и комплектов технических средств, из которых созданы и в настоящее время производятся отечественными предприятиями или совместно с западными фирмами более 45%. Из общего числа технических средств новые и рекомендованные к серийному производству составляют 38%, требуют модернизации – 17%. Отличительная особенность новой системы машин – высокий удельный вес технологии в виде технологических комплексов – 56%, электрифицированных машин – около 60 и машин с автоматическим управлением – 35% (табл. 1). Эти показатели являются характеристикой инновационности новой системы машин и условием обеспечения высокой эффективности ее применения.

**Таблица 1. Количество технических средств в системе машин на период до 2020 г. для механизации и автоматизации выполнения процессов в животноводстве**

Технические средства	Производство молока, говядины	Производство свинины	Овцеводство	Птицеводство	Производство комбикормов	Уборка и подготовка навоза к использованию	Водоснабжение	Ветеринарные мероприятия	Обеспечение микроклимата	Всего
Общее количество технических средств	116	26	96	99	91	45	22	27	57	579
Из них:										
производятся	43	7	44	25	52	18	18	24	40	271
рекомендованы к производству	-	14	8	28	7	3	-	3	5	68
требуют модернизации	31	-	31	12	6	8	4	-	6	98
новые	42	5	13	34	26	16	-	-	6	142
В том числе:										
комплекты машин	41	19	44	69	64	22	11	18	36	324
отдельные машины	75	7	52	30	27	23	11	9	21	255
с автоматическим управлением	41	7	11	30	62	17	2	-	31	201
с электрическим приводом	57	26	48	89	64	41	22	17	31	395
с приводом от ДВС	59	-	39	-	-	4	-	10	-	112

# ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



Реализация рекомендуемых направлений механизации и автоматизации процессов в животноводстве на основе инновационных технологий, машин и оборудования позволит повысить производительность труда в 1,9-2,5 раза, снизить удельные затраты энергии и кормов на 25-30%, исключить загрязнение окружающей среды отходами животноводства.

Повышение эффективности производства молока при реализации новой системы машин будет достигаться не только на основе усиления технической оснащенности ферм комплектами машин, но и за счет совершенствования технологии и организации производства:

- увеличения удельного веса ферм с беспривязным содержанием скота до 30-35% поголовья;
- расширения объемов доения коров в доильных залах со станками «Елочка», «Тандем», «Параллель», «Карусель» до 35-40%;
- применения многофункциональных раздатчиков-смесителей кормов, фронтальных погрузчиков, самоходных агрегатов, а также комплектов машин и оборудования для содержания и обслуживания телят, включающих в себя технические средства для приготовления, выпойки ЗЦМ, выдачи концентратной подкормки и стебельчатых кормов;
- создания доильных роботов, что можно расценивать как новый этап развития точных технологий в молочном животноводстве, а также роботов для чистки стойл и станков, кормления животных.

Повышение эффективности производства говядины будет осуществляться путем реализации следующих мероприятий:

- реконструкции, технического переоснащения существующих ферм, а также строительства крупных предприятий с использованием современных прогрессивных технологий и новейших технических решений;

- использования интенсивных методов содержания и кормления молодняка КРС и организации заключительного откорма выбракованного взрослого скота;
- расширения удельного веса скота мясных пород;
- широкого использования естественных и культурных пастбищ;
- добрачивания и откорма скота с использованием отходов пищевой промышленности (жом, барда, мезга и др.) и создания новых комплектов машин для механизации работ на этих фермах с учетом новых технологических решений по заготовке и консервированию отходов пищевой промышленности с растительными кормами и белково-витаминно-минеральными добавками.

Эффективное производство свинины будет обеспечиваться на основе использования унифицированного станочного оборудования, автоматизации выполнения процессов, создания полностью автоматизированных цехов и объектов, кооперации сельхозпроизводителей со сферой переработки и реализации продукции, прирост производства свинины – за счет нового строительства высокотехнологичных свинокомплексов и увеличения продуктивности свиней в хозяйствах всех категорий .

**Таблица 2. Основные экономические показатели производства молока и мяса**

Показатели	Современное состояние			При реализации новой системы машин		
	производство продукции					
	молоко	прирост скота	прирост свиней	молоко	прирост скота	прирост свиней
<b>Затраты на производство 1ц продукции:</b>						
труда, чел.-ч	4,5-5	55-58	6,07	1,5-2	4-5	2,5-3,5
электроэнергии, кВт·ч	45	80	150-170	50-55	200-210	185
жидкого топлива, кг	16,2	40-50	120-130	2,6-5,2	13,9-14,3	135-145
кормов, ц корм. ед.	1,2	14,4	6,8	0,9-1,1	6,5-7	30-3,5
<b>Производительность животных:</b>						
надой молока от коровы за год, ц	40-42	-	-	52-55	-	-
среднесуточный прирост, г	-	450-500	310	-	850-1000	650-700
средняя живая масса одного животного, реализованного на мясо, кг	-	320-360	94	-	500-600	110-120
Производство продукции на одного работника, т	46,8	5,91	22-23	127,8	29,4	45-47
Количество животных, обслуживаемых одним работником, головы	12,7	36	250-300	24	93,3	500-600

Системой машин предусматривается реализация перспективной технологии индивидуального нормированного кормления супоросных свиноматок при групповом их содержании на основе применения кормовых станций, которая предусматривает идентификацию свиней, расчет суточного рациона с последующей порционной выдачей корма индивидуально каждому животному. Применение кормовых станций для индивидуального кормления позволит на 10-15% сократить расход корма, на 6-10% снизить выбраковку животных.

Основные экономические показатели производства молока, говядины и свинины приведены в табл. 2 [3].

#### Список использованных источников

1. Мишурев Н.П. Технологии и оборудование для производства комбикормов в хозяйствах: справочник. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. 204 с.

2. Рекомендации по системам удаления, транспортирования, хранения и подготовки к использованию навоза для различных производственных и природно-климатических условий / Н.М. Морозов [и др.]. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. 180 с.

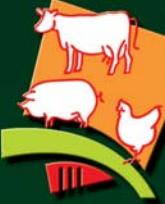
3. Морозов Н.М., Хусаинов И.И., Юрченко Н.М. Методика оценки экономической эффективности применения техники и инновационных технологий в животноводстве. Подольск: ГНУ ВНИИМЖ, 2011. 97с.

#### Development of Computer Technologies and Technical Means for Mechanization and Automation of Processes in Animal Breeding

N.M. Morozov

**Summary.** The leading edge technologies and methods of mechanization and automation of processes when making animal products for the period up to 2020 are presented.

**Key words:** animal breeding, system of machines, technology, milk, meat, efficiency, resources, set of machines.



# АгроФерма

Международная специализированная  
выставка животноводства и племенного дела

**4 - 6 февраля 2014 г.**

Россия, Москва, Всероссийский выставочный центр









ВСЕРОССИЙСКИЙ  
ВЫСТАВОЧНЫЙ  
ЦЕНТР

Тел.: +7 495 974 3405  
E-mail: smirnova@vvcentre.ru  
[www.agrofarm.org](http://www.agrofarm.org)



INTERNATIONAL



2-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ  
**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ**  
и ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ 2013  
**21 - 23 ноября 2013**  
Москва, ВК «Гостиный двор»

**Организаторы:**



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Электрификация  
выставочный павильон

**Генеральные информационные партнеры:**



**Официальный информационный партнер:**



**Генеральный Интернет-партнер:**



**www.ENES-expo.ru**  
**contact@ENES-expo.ru; +7(499)760-34-74**



## Заместителю директора ФГБНУ «Росинформагротех», начальнику центра испытаний сельскохозяйственной техники, кандидату технических наук СЕЛИВАНОВУ Виктору Григорьевичу – 60 лет

2 сентября 2013 г. Виктору Григорьевичу Селиванову – крупному специалисту в области испытаний и внедрения в сельскохозяйственное производство новых технологий и техники исполняется 60 лет.

После окончания в 1975 г. Московского института инженеров сельскохозяйственного производства по специальности инженер-механик Виктор Григорьевич начал свой трудовой путь в отделе испытаний института. В 2001 г. защитил кандидатскую диссертацию.

Под руководством В.Г. Селиванова разработаны ряд ГОСТов, отраслевых стандартов и другая нормативная документация на испытания комплексов машин по механизации овощеводства открытого и защищенного грунта, машин для возделывания садовых культур, машин для химической защиты растений. Всего им подготовлено более 60 научных трудов.

При непосредственном участии Виктора Григорьевича разработаны и

внедрены в производство комплексы машин по малообъемной технологии возделывания овощных культур в защищенном грунте, возделывания зеленого лука, лука-репки, грибов-шампиньонов, комплексы машин для уборки и послеуборочной доработки кочанной капусты МСК-1, УКМ-2 и УДК-30, рассадопосадочные машины, сеялка овощная СО-4,2.

Виктор Григорьевич совместно со специалистами научно-исследовательских институтов Российской академии сельскохозяйственных наук участвует в разработке технических заданий на новую сельскохозяйственную технику по специализации учреждения, в качестве председателя, члена комиссий – в приемке сельскохозяйственных машин при постановке их на производство.

Виктор Григорьевич принимал активное участие в разработке, испытаниях и внедрении в производство технологических комплексов машин по предпосевной подготовке семян овощных культур, посеву и посадке, механической и химической обработке растений, уборке и послеуборочной обработке, хранению продукции и ее предреализационной подготовке по программе Союзного государства «Повышение эффективности произ-

водства и переработки плодовоощной продукции на основе прогрессивных технологий и техники».

В.Г. Селиванов зарекомендовал себя высококвалифицированным специалистом, способным решать сложные организационные вопросы жизнедеятельности ФГБНУ «Росинформагротех».

За долголетний труд и большой личный вклад в развитие сельского хозяйства Виктор Григорьевич дважды награждался почетными грамотами Минсельхоза России. В.Г. Селиванову присвоено почетное звание «Заслуженный работник сельского хозяйства Московской области», он имеет медали ВДНХ СССР и является лауреатом ВВЦ.

### Уважаемый Виктор Григорьевич!

**В день Вашего юбилея примите самые искренние поздравления и пожелания здоровья, семейного благополучия, долгих лет жизни, дальнейших успехов в совместной работе, новых свершений на благо развития механизации сельского хозяйства!**

От коллектива ФГБНУ «Росинформагротех» и редакции журнала

«Техника и оборудование для села»  
чл.-корр. Россельхозакадемии  
В.Ф. ФЕДОРЕНКО

## Информация

### Стимулирование региональных программ

1 августа глава аграрного ведомства Николай Федоров провел заседание Комиссии Минсельхоза России по отбору экономически значимых региональных программ развития сельского хозяйства субъектов Российской Федерации. Открывая заседание, министр отметил, что в 2013 г. представлены 485 региональных программ, в том числе 191 – в области растениеводства и 294 – в области жи-

вотноводства (из них 53 – по развитию мясного скотоводства).

О дополнительном отборе в 2013 г. экономически значимых региональных программ развития мясного скотоводства доложил директор Департамента экономики и государственной поддержки АПК Анатолий Куценко. Из 23 региональных программ, поступивших в Минсельхоз России, четыре (по раз-

витию мясного скотоводства) в полном объеме соответствуют критериям отбора. Реализация программ, представленных Комиссии, потребует выделения средств из федерального бюджета в объеме 172 млн руб. Всего в федеральном бюджете на 2013 г. и на плановый период 2014–2015 гг. на развитие мясного скотоводства предусмотрено 2 млрд руб.

Пресс-служба Минсельхоза России,  
Департамент экономики  
и государственной поддержки АПК



УДК 631.3

# О техническом оснащении сельского хозяйства Чувашской Республики

П.А. Табаков,

канд. техн. наук, проф.

(Чебоксарский политехнический институт (филиал),

ВГБОУ ВПО «Московский ГОУ им. В.С. Черномырдина»)

[petr\\_46@mail.ru](mailto:petr_46@mail.ru)

**Аннотация.** Проведен анализ наличия сельскохозяйственной техники в АПК Чувашской Республики, показано влияние количества техники на объемы производства сельхозпродукции.

**Ключевые слова:** техника, оснащенность, производство зерна, диспаритет цен.

Одна из причин кризиса в сельском хозяйстве – низкий уровень технической оснащенности сельхозпредприятий, что обусловлено прежде всего существенным сокращением в последнее время в Российской Федерации производства основных видов сельскохозяйственной техники: тракторов – в 35 раз, зерноуборочных комбайнов – в 28, кормоуборочных – в 34 раза (по сравнению с 1990 г.). Это привело к тому, что средний показатель поступления новой техники составляет всего 0,9-2,7% от её наличия, а списания – 4,3-8,2%. Таким образом выбывание старой техники в 2,3-5 раз опережает поступление новой. Из имеющейся в хозяйствах России техники около 70% уже выработало свой ресурс.

Аналогичная картина наблюдается в сельскохозяйственных предприятиях Чувашской Республики. Так, анализ статистических данных показал, что в хозяйствах республики осталось 19,6% тракторов (по сравнению с 1990 г.), а в некоторых районах – 3-7% (рис. 1). Если в 1990 г. техническая оснащенность предприятий находилась на уровне 16 тракторов на 1000 га посевной площади, то сейчас – трех. В этих условиях нагрузка на единицу техники значительно воз-

растает, что неизбежно вызывает увеличение сроков выполнения полевых работ, нарушение агротехнических требований и большие потери – до 30% урожая зерновых [1].

Поэтому без восстановления и развития технического потенциала сельхозпроизводства все экономические и организационные преобразования не дают положительных результатов.

Уменьшение количества и снижение качества парка машин ведут к пропорциональному уменьшению посевных площадей и, соответственно, валового сбора продукции. Это наглядно представлено на рис. 2.

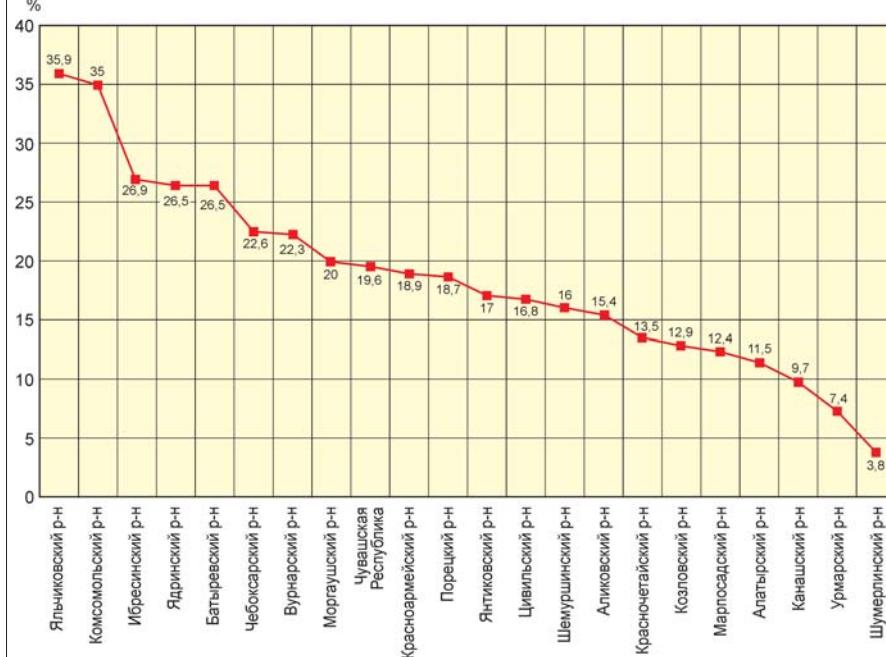


Рис. 1. Наличие тракторов в районах Чувашской Республики на 01.01.2012 (к 1990 г.), %

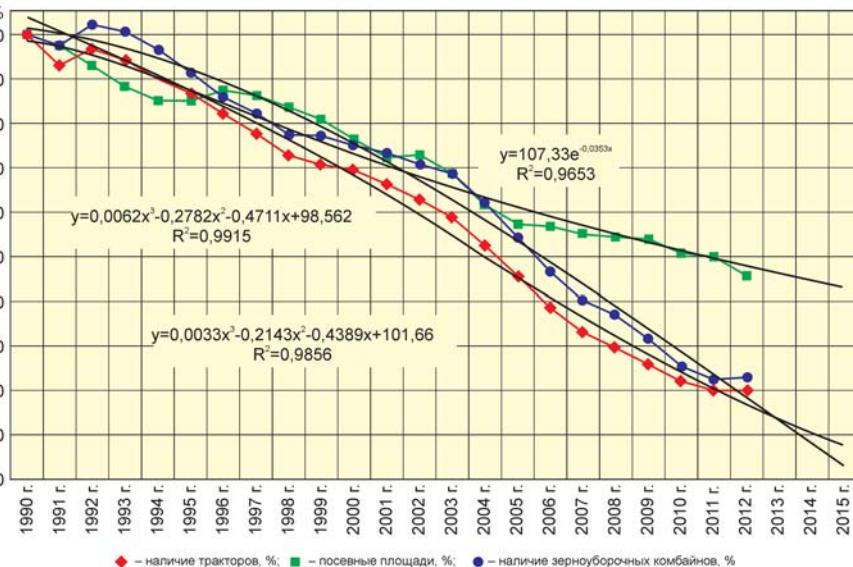


Рис. 2. Динамика парка тракторов, зерноуборочных комбайнов и размеров посевных площадей всех культур в сельскохозяйственных организациях Чувашской Республики (к 1990 г.)



На рис. 3 показана динамика изменения числа тракторов в хозяйствах республики с 1950 по 2011 г. Наибольшее количество тракторов в сельхозпредприятиях отмечено в 1989-1990 гг. На начало 2012 г. по сравнению с 1990 г. число тракторов сократилось в 5,1 раза и соответствовало уровню 1955 г.

Представляет интерес и анализ поступления новых тракторов в республику (рис. 4). До 1990 г. сельхозпредприятия закупали порядка 1600-2100 тракторов в год, что обеспечивало планомерную замену изношенной техники. Но уже в 1995 г. закупки составили менее 100 тракторов в год, т.е. в 21 раз меньше [2].

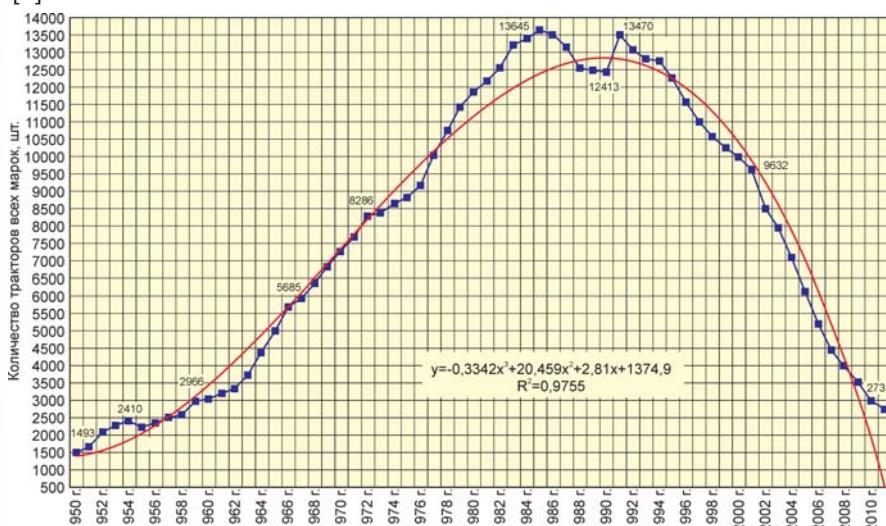


Рис.3. Наличие тракторов в сельскохозяйственных предприятиях Чувашской Республики по годам, начиная с 1950 г., шт.

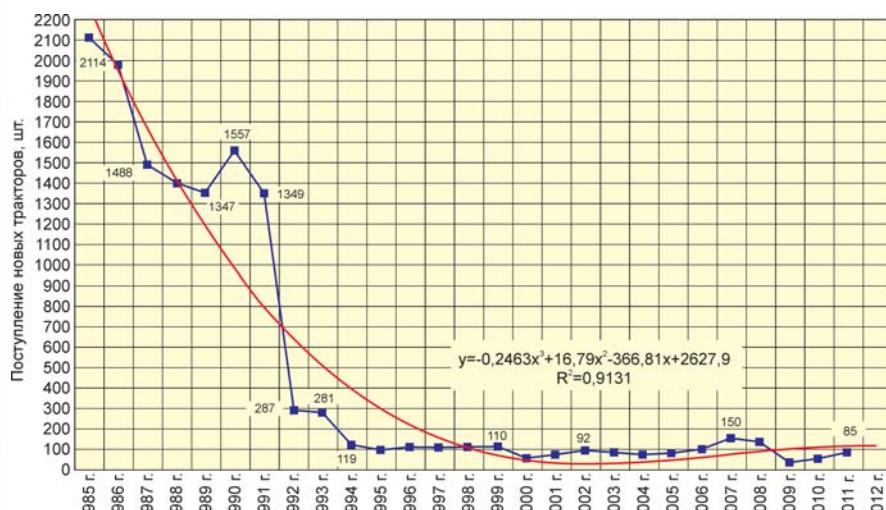


Рис. 4. Поступление новых тракторов в сельхозпредприятия Чувашской Республики

На конец 2012 г. приобретенные в 1991 г. 492 трактора, отработавшие по 22 года, списаны, осталось 2227 тракторов – уровень 1953 г.

На начало 2012 г. амортизированный срок имели 711 тракторов, или 26,9% парка.

В 2012 г. с выработанным сроком амортизации работало 11933 трактора, или 73,1% парка.

Показатели надежности тракторов также остаются низкими. Так, если в 1990 г. показатель готовности тракторов составлял 98%, то в 1998, 2001 и 2006 гг. он достиг своего наименьшего значения – 67%. С 2007 г. наметилась тенденция на незначительное увеличение этого показателя – до 70%.

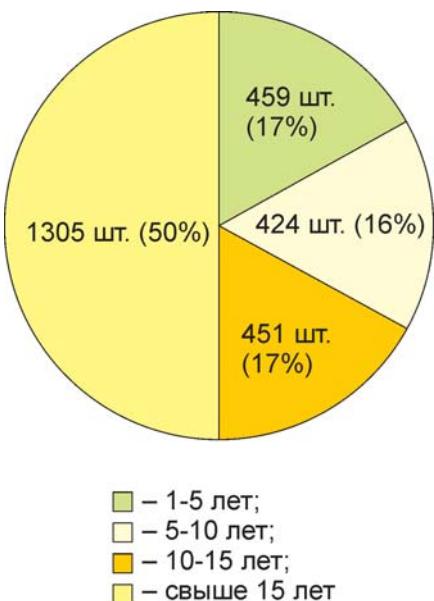


Рис. 5. Возрастной состав тракторного парка в сельхозпредприятиях Чувашской Республики на 01.01.2012

Благодаря мощной ремонтной базе системы «Сельхозтехника» в 1990 г. 98% тракторов, имеющихся в хозяйствах, работало в поле, а с ее развалом только 70% находилось в исправном состоянии.

Анализ возрастного состава тракторов показывает, что к началу 2012 г. только 33% тракторного парка находилось в доамортизационном сроке эксплуатации, а 67% – старые изношенные машины, которые требовали больших затрат для поддержания их в исправном состоянии (рис. 5).

Ежегодно снижается и количество комбайнов в хозяйствах республики (рис. 6), также вместе с техникой сокращаются и механизаторские кадры: пожилые специалисты уходят на пенсию, не имея возможности передать молодежи секреты своего мастерства.

Уровень технической оснащенности можно оценить и по такому важному показателю, как удельная энергонасыщенность хозяйств. Этот показатель в нашей стране в настоящее время составляет 0,36 кВт/га, тогда как в странах ЕС – 4-5 кВт/га, а в Японии – 8,5 кВт/га. Анализ статистических данных показал, что по сравнению с 1990 г. энергонасыщенность хозяйств Шу-

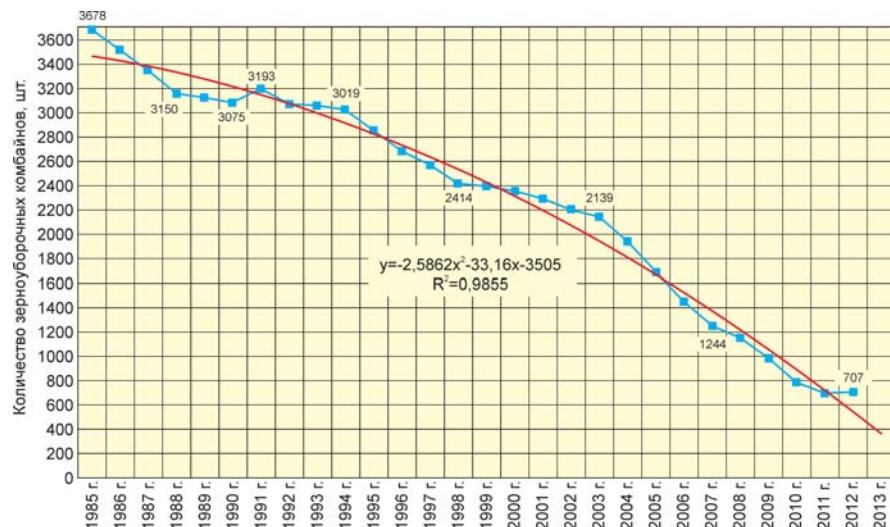


Рис. 6. Наличие зерноуборочных комбайнов в Чувашской Республике

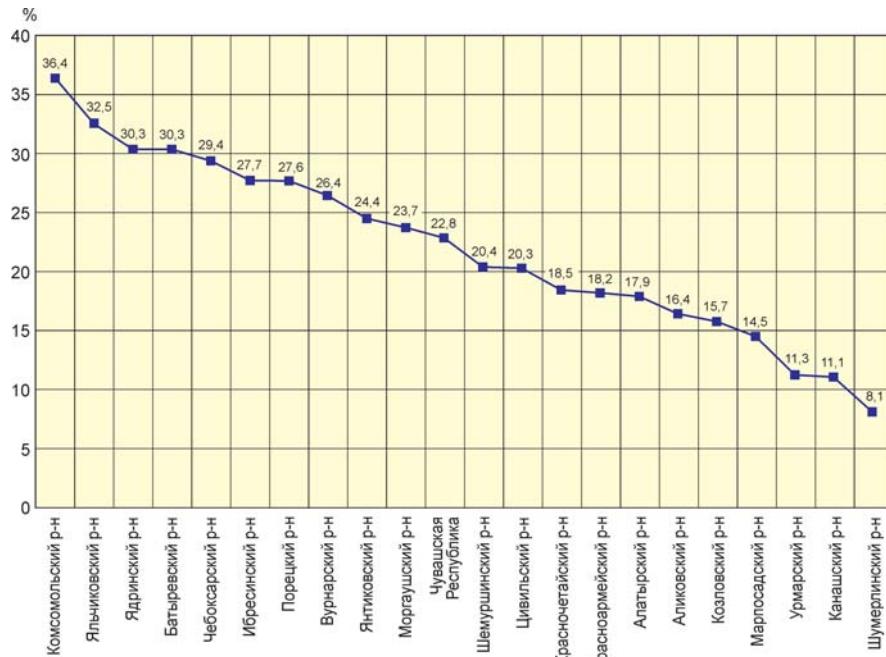
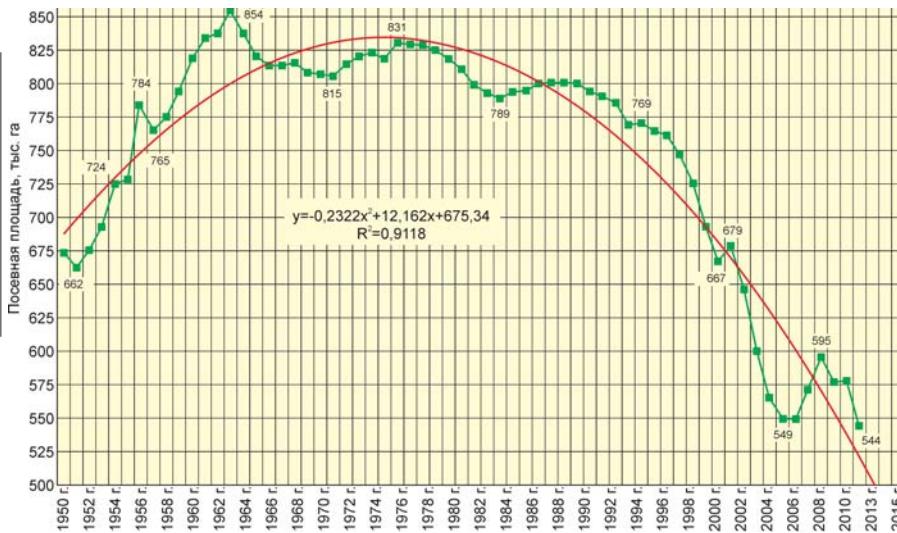


Рис. 7. Удельная энергонасыщенность хозяйств Чувашской Республики на 01.01.2012 (к 1990 г.), %

мерлинского района Чувашской Республики составила всего 8,1%, а самого лучшего района республики – Комсомольского – 36,4% (рис. 7).

Сокращение парка техники в хозяйствах республики повлекло за собой и сокращение посевных площадей (рис. 8), которых в настоящее время меньше, чем в 1950 г.

Рис. 8. Размеры посевных площадей сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий Чувашской Республики, начиная с 1950 г., тыс. га



Другим важным фактором, который оказывает значительное влияние на эффективность производства продукции растениеводства, является поддержание плодородия почвы. В настоящее время на полях хозяйств республики вносится в 17 раз меньше удобрений (по сравнению с 1990 г.) (рис. 9), что ведет к деградации почвы и отрицательному балансу питательных веществ в ней, в то время как урожайность культур начинает повышаться только в условиях положительного баланса питательных веществ в почве. В результате эрозионных процессов почва в хозяйствах республики теряет более 216 тыс. т гумуса, ежегодный смыв почвы достигает 6,4 млн т.

Все это отрицательно сказалось на валовом сборе зерна. В настоящее время хозяйства республики производят зерна в 3 раза меньше, чем в 1990 г. (рис. 10), в то время как в 1985-1990 гг. при любых погодных условиях в республике в среднем собирали около 1 млн т зерна.

Практикой доказано, что в условиях острой нехватки финансовых ресурсов и техники машинно-технологические станции (МТС) как форма концентрации производства и капитала создают необходимые условия для вывода сельского хозяйства из кризисного состояния. По этой проблеме специалистами ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии подготовлены различные рекомендации. Для успешного внед-

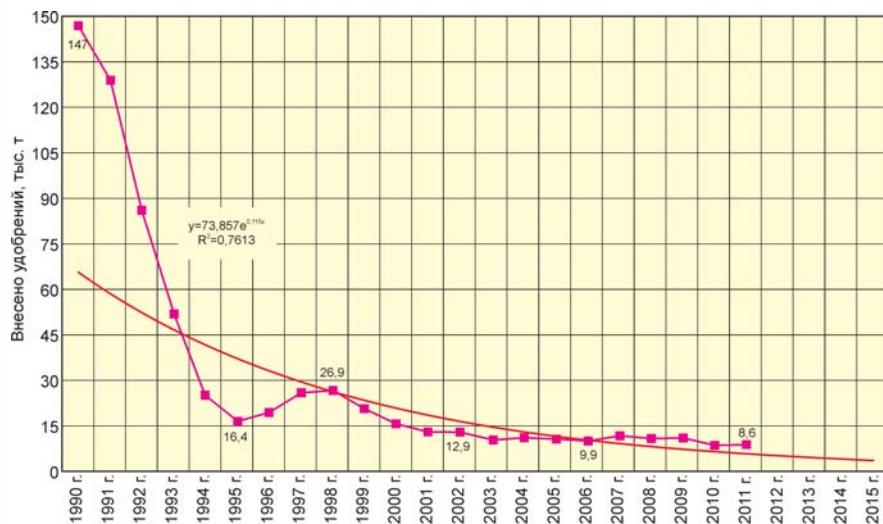


Рис. 9. Внесение минеральных удобрений под посев в сельскохозяйственных предприятиях Чувашской Республики (в пересчете на 100% питательных веществ), всего, тыс. т

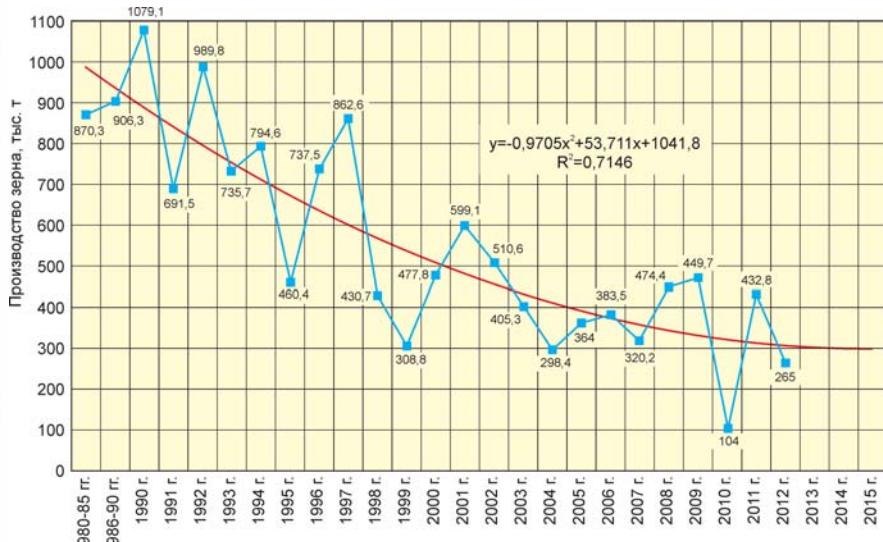


Рис. 10. Производство зерна в сельскохозяйственных предприятиях Чувашской Республики (в массе после доработки), тыс. т

рения их в производство необходимо создание таких условий налогообложения МТС, какие установлены Федеральным законодательством для производителей сельскохозяйственной продукции. Только в этом случае можно привлечь инвестиции для создания широкой сети МТС по всей стране, что окажет положительное влияние на повышение уровня технической оснащенности села.

#### Список

#### использованных источников

1. Табаков П.А. Мониторинг наличия сельскохозяйственной техники в АПК Чувашской Республики // Техника и оборудование для села. 2012. №6. С.17-18.

2. Коломейцев Н. Куда идем? // Экономика сельского хозяйства России. 2001. № 11. с. 8.

#### Technical Equipment of Agriculture in the Chuvash Republic

P.A. Tabakov

**Summary.** Availability analysis of agricultural machinery in the agro-industrial complex of the Chuvash Republic is analyzed. The influence of machines quantity on agricultural commodity production is shown.

**Key words:** machinery, availability of equipment, grain production, price disparity.

## Информация

### Внесены изменения в Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства»

Президент Российской Федерации В.В. Путин подписал Федеральный закон № 236-ФЗ «О внесении изменений в ст. 7 Федерального закона «О развитии сельского хозяйства», разработанный Минсельхозом России во исполнение Плана действий Правительства Российской Федерации, направленных на адаптацию отдельных отраслей экономики к условиям членства Российской Федерации в ВТО.

Закон обращен на оказание государственной поддержки сельскохозтоваропроизводителям, осуществляющим производство сельскохозяйственной продукции на неблагоприятных для такого производства территориях.

К неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции территориям отнесены территории субъекта

Российской Федерации или территории субъектов Российской Федерации, на которых вследствие природно-климатических условий, состояния почвы, а также социально-экономических факторов уровень доходов сельскохозяйственных товаропроизводителей ниже, чем в среднем по сельскому хозяйству, но производство сельскохозяйственной продукции должно осуществляться для обеспечения занятости сельского населения, повышения уровня его доходов, сохранения местных традиций.

Порядок и критерии отнесения указанных территорий к неблагоприятным устанавливаются Правительством Российской Федерации.

Департамент правового обеспечения Минсельхоза России

УДК 636.083.314

# Перспективные технологии летнего способа содержания овец применительно к Центральному региону Российской Федерации

Ю.А. Мирзоянц,

д-р техн. наук, проф.,

В.Е. Фириченков,

канд. техн. наук, проф.,

Д.С. Лебедев,

канд. техн. наук, доц.,

Е.Е. Орлова,

аспирант,

И.И. Величко,

аспирант

(ФГБОУ ВПО «Костромская ГСХА»)

lebedev-dima@inbox.ru

**Аннотация.** Предложена методика рационального выпаса поголовья овец.

**Ключевые слова:** технология, пастбище, содержание, способ, овцы, выпас, электроизгородь.

Для увеличения производства продукции овцеводства как источника сырья пищевой, лёгкой и перерабатывающей промышленности следует непрерывно совершенствовать данную отрасль животноводства. Первоочередными задачами являются улучшение существующих и создание новых пород в направлении биологических функций овец (рост, развитие, лактация, способность к отложению питательных веществ, производству шерсти, мяса, молока и др.), разработка и применение перспективных технологий содержания. Последнее в значительной мере определяет технико-экономические показатели отрасли.

В Центральном регионе Российской Федерации используется стойлово-пастбищная система содержания овец [1, 2, 3], при которой овцы большую часть года содержатся на стационаре (в овчарнях и на выгульно-кормовых площадках), где

преобладает технология зимнего стойлового содержания. В летний пастбищный период овцы пасутся (при неблагоприятной погоде их загоняют в овчарни, кошары, под навес), поэтому в это время преобладает технология летнего пастбищного содержания, где овцы большую часть времени (более 80%) находятся на естественных и культурных пастбищах. Основой их рациона являются зелёные корма, в которых сухое вещество по общей питательной ценности приближается к концентрированным кормам, а себестоимость кормовой единицы пастбищного корма значительно ниже [1, 2, 4]. Правильная организация содержания овец в этот период может значительно повысить эффективность овцеводства.

В данной статье в качестве примера рассматривается хозяйство с тысячным поголовьем применительно к Центральному региону, где используется стойлово-пастбищный способ содержания овец и на летний пастбищный период приходится 150-165 дней.

По окончании стойлового периода овец переводят на пастбище. К этой технологии содержания их готовят заблаговременно: намечаются и очищаются от мусора участки для выпаса, определяются сроки использования каждого участка, готовится летнее помещение или баз для овец, а также корыта, кормушки, щиты ограждения и электроизгороди. Последнее оборудование используется при загонном методе выпаса овец.

Переход от зимнего стойлового содержания к пастбищному должен проходить постепенно, так как рез-

кая замена сухих кормов на зелёную сочную траву вызывает расстройство пищеварения. Чтобы избежать этого, в первые дни пастьбы по утрам (до выгона на пастбище) животным дают немного сена. Когда они привыкают к зелёному корму, подкормку сеном прекращают. Перед началом пастбищного содержания животным, в случае необходимости, обрезают копыта.

Правильная организация пастьбы позволит значительно сократить затраты в овцеводстве и повысить продуктивность использования пастбищных угодий, но при этом необходимо строго придерживаться определенных правил по использованию естественных пастбищ, соблюдение которых позволит продлить продуктивность последних.

Вновь заложенные пастбища должны стравливаться со второго года пользования, так как использование пастбищ в год закладки не позволяет неокрепшему растению накопить достаточное количество запасных пластических веществ, при этом повреждаются узлы кущения и корневые шейки, вырывается с корнем множество растений, которые к этому времени недостаточно развили корневую систему и не успели углубиться в почву.

Только при благоприятных условиях увлажнения, когда растения хорошо развиваются, можно в исключительных случаях проводить на пастбищах умеренный выпас осенью.

Оптимальным сроком нагула и выпаса на сеяных пастбищах необходимо считать время, когда растения достигают высоты не менее 12-14 см,





при этом они не должны стравливаться ниже 4-5 см от поверхности почвы. Осенью выпас необходимо прекращать за месяц до наступления морозов.

Для каждого участка до начала пастбищного периода необходимо составлять график использования, в котором указываются сроки стравливания в первом и последующих циклах, намечаемые мероприятия по уходу.

План использования каждого участка желательно составлять на несколько лет и предусматривать, в каком году участок не должен стравливаться (отдых от выпаса), а после обсеменения будет скашиваться на сено, а также мероприятия по созданию, уходу и использованию участков, определённую очерёдность в проведении всех мероприятий вплоть до перезалужения участков с биологически выродившимся травостоем.

Перед выгоном животных на пастбище необходимо предусмотреть переходный период от стойлового содержания овец к пастбищному и постепенно переходить от зимнего рациона к летнему. При этом к концу переходного периода, длительность которого колеблется в пределах 7-10 дней, время пребывания овец на пастбище увеличивают до 8-10 ч. Летом – до 12-14 ч в сутки, осенью сокращают до 7-8 ч. Весной выпас овец начинают на злаковых пастбищах. Перед выпасом на бобово-злаковых травостоях следует подкармливать животных сухим кормом (сеном) или выпасать по злакам. Утром, после схода росы, овцы необходимо пасти сначала на стравленном участке, а затем на свежем.

Распределение урожая на пастбищах в течение вегетационного периода неравномерно, что связано с погодными условиями (как правило, с более засушливой второй половиной лета) и биологическими особенностями развития многолетних трав. В связи с этим при необходимости следует проводить дополнительную подкормку овец.

При достаточном количестве корма на пастбище выпас овец осенью не прекращают даже при на-

ступлении холодов (до середины ноября).

Расчёт нагрузки овец на пастбище (головы на 1 га), необходимую площадь для выпаса одной овцы и всего рассматриваемого поголовья, количество участков определяют с учётом [3, 4] условий исключения заражения овец гельминтами (не более семи суток на участке – принимается шесть дней), времени на восстановление травостоя (отрастание зелёной массы с учётом коэффициента повторности использования участков  $K_{\text{повт}}$ ), размера отводимой площади на весь период выпаса для каждой отары (размер секции) и количества секций для выпаса всех отар, разбивки секции на участки для загонного выпаса овец (см. рисунок).

Рациональное использование пастбищ предполагает обязательное применение загонной пастьбы. Для огораживания загонов целесообразно использовать электрические изгороди (электроизгороди), которые могут периодически перемонтироваться по мере стравливания.

Исходя из продуктивности пастбищ, поголовья овец и потребности в кормах (8-10 кг зелёной массы на одну голову) всю территорию пастбищ следует разбить на участки. На каждом участке овцы пасутся не более шести дней. Не допускается полное стравливание травостоя, а повторное использование этого участка возможно после восстановления растительности – ориентировочный интервал составляет 40-50 суток. Целесообразно организовать внутри участка порционный выпас, для чего участок необходимо поделить на части с помощью переносных изгородей – такой приём позволяет на 20% сократить площади под выпасом и способствует меньшей затаптываемости корма [1, 3, 4].

Рассмотрим вариант с поголовьем 1000 овец.

Нагрузка овец на пастбище (головы на 1 га) определяется по выражению

$$H = \frac{Y}{Q_{\text{СУТ}} \cdot \Pi},$$

где  $Y$  – урожайность поедаемой массы (кг/га) – произведение есте-

ственной урожайности пастбища на коэффициент использования. Последний в зависимости от вида пастбищ и половозрастной группы изменяется в пределах 0,5-0,9 [2]. Для Центрального региона Российской Федерации естественная урожайность пастбища составляет 50-70 ц/га, для рассматриваемого варианта

$$Y = 60 \cdot 0,7 = 42 \text{ ц/га} = 4200 \text{ кг/га};$$

$Q_{\text{СУТ}}$  – суточная потребность в зелёном корме на одну голову, кг. По выполненным расчётам, суточная потребность зелёной массы на 1000 голов составляет 5810 кг, тогда  $Q_{\text{СУТ}} = 5810/1000 = 5,81 \text{ кг}$  в сутки на одну голову;

$\Pi$  – продолжительность пастбищного периода, сутки. Для Центрально-го региона России – 150 суток.

Подставляя значения, определяем нагрузку овец на пастбище (голов на 1 га):

$$H = \frac{4200}{5,81 \cdot 150} = 4,81.$$

Площадь, необходимая для выпаса одной овцы:

$$A_{\text{ГОЛ}} = 1/4,81 = 0,208 \text{ га}.$$

Общая площадь, необходимая для выпаса 1000 овец:

$$A = 1000 \cdot 0,208 = 208 \text{ га}.$$

Число участков  $N_{\text{ИЗ}}$  из условия исключения заражения гельминтами (принимаем шесть суток на участке) и с учётом отведения дополнительного участка из расчёта выпаса овец в начальном определится как

$$N_{\text{ИЗ}} = \frac{B_{\text{БТ}}}{T} + 1,$$

где  $B_{\text{БТ}}$  – время на восстановление травостоя (отрастание травы) после стравливания, для Центрального региона России – 40-50 суток [4], принимаем  $B_{\text{БТ}} = 50 \text{ суток}$ ;

$T$  – продолжительность выпаса овец на участке (до семи суток включительно), принимаем  $T = 6$ .

С учетом этого число участков будет равно:

$$N_{\text{ИЗ}} = \frac{50}{6} + 1 = 9,33.$$

Число участков  $N_{\text{БТ}}$  из условия восстановления травостоя после страв-

ливания и страховочных участков на случай неблагоприятных погодных условий (до 0,1 от общей площади выпаса) [1] рассчитывается по формуле:

$$N_{BT} = \frac{B_{BT}}{T} + 0,1 \cdot N_{BT} = \frac{10}{9} \cdot \frac{B_{BT}}{T},$$

$$N_{BT} = \frac{10}{9} \cdot \frac{B_{BT}}{T} = \frac{10}{9} \cdot \frac{50}{6} = 9,26.$$

Принимаемое число участков округляется до наибольшего целого числа:  $N = 10$  ( $N_{IS} = 9,33$ ;  $N_{BT} = 9,26$ ).

Поголовье, последовательно переходя с участка в участок, в течение первого цикла продолжительностью 60 дней (6 дней на один участок  $\times$  10 участков = 60 дней) полностью проходит всю площадь, отведённую для выпаса. В ходе цикла часть травостоя стравливается в течение шести дней на каждом участке, а затем восстанавливается. Интервал на каждом участке до повторного стравливания составляет 54 дня (60 дней – 6 дней), что соответствует времени на восстановление травостоя согласно агротехническим нормам – 40-50 суток, количество стравливаний для Центрального региона Российской Федерации составляет 2-3 [3].

С 61-го дня с первого участка начинается второй цикл, который закончится также через 60 дней на десятом участке (на 120-й день выпаса).

Третий цикл начинается на 121-й день, и до окончания пастбищного периода (150 дней) овцы будут выпасаться на пятом участке. При благоприятных погодных условиях время пастьбы может быть продлено, однако выпас следует прекращать с наступлением холодов.

Изложенная организация загонного выпаса служит основанием для расчёта коэффициента повторности выпаса на участках (коэффициента повторности использования участков)  $K_{ПОВТ}$ , который определяется как частное от деления суммарного числа стравливаний участков за весь период выпаса на число принятых участков:

$$K_{ПОВТ} = \frac{\sum N_{CTP}}{N},$$

где  $\sum N_{CTP}$  – суммарное число стравливаний участков за весь период выпаса.

Для рассматриваемого примера ( $N = 10$  и  $\sum N_{CTP} = 10 + 10 + 5 = 25$ ) имеем следующее значение коэффициента повторности выпаса –  $K_{ПОВТ} = 25/10 = 2,5$ .

Размер отводимой площади на весь период выпаса для каждой отары («пастбище отары» – секция, делится на десять участков) зависит от количества овец в ней, которое определяется рядом факторов, в том числе половозрастной группой, и колеблется для романовской породы овец в следующих пределах: для маток и ярок – 150-200 голов, для молодняка – не более 100-150 голов [1, 5].

Принимаем отару овцевматок в 200 голов, соответственно число отар  $1000/200 = 5$ .

Размер отводимой площади каждого из последовательно стравливаемых участков, га, из секции для одной отары определяется зависимостью:

$$A_{OT} = \frac{Q_{СУТ} \cdot T \cdot m \cdot K_{ПОВТ}}{y} = \frac{5,81 \cdot 6 \cdot 200 \cdot 2,5}{4200} = 4,15,$$

где  $m$  – количество овец в отаре (200 голов).

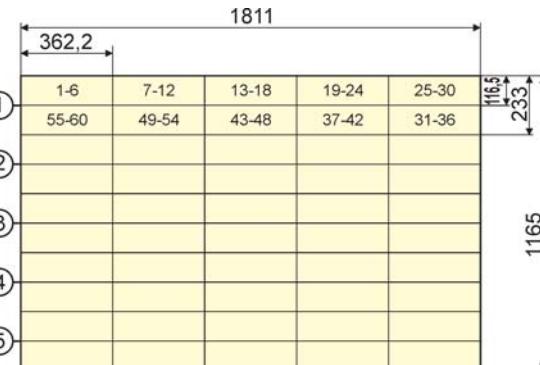
Потребное количество секций для выпаса всех отар:

$$Z = \frac{A}{N \cdot A_{OT}} = \frac{206,61}{10 \cdot 4,15} = 4,98.$$

Принимаем пять секций, и потребное число секций соответствует количеству отар.

Пример плана общей площади в 210 га с разбивкой на секции и участки для загонного выпаса 1000 овец представлен на рисунке. Очередность загонного выпаса во всех секциях – по аналогии первой отары.

Теоретически обоснованная средняя площадь выпаса, необходимая для одной овцы в Центральном регионе Российской Федерации, составила 0,208 га. По средней площади на одно



**Примерный план размещения общей площади выпаса на 1000 овец**

животное определяется общая площадь, необходимая для выпаса всего поголовья хозяйства. В целом тип оборота пастбища находится в прямой зависимости от хозяйственного состояния пастбищ и их сезонности, а также почвенного покрова.

#### Список

##### использованных источников

1. Ерохин А.И., Ерохин С.А. Овцеводство. М.: Изд-во МГУП, 2004. 480 с.
2. Леонов Н., Николайчев В. Опыт пастьбы овец с помощью электропастуха // Овцы, козы, шерстяное дело. 2004. № 1. С. 45-46.
3. Мирзоянц Ю.А., Фириченков В.Е., Зудин С.Ю., Фириченкова С.В. Технология и технические средства машинной стрижки овец: монография. Кострома: КГСХА, 2010. 238 с.
4. Рекомендации по развитию высокоэффективного овцеводства: рекомендации / Х.А. Амерханов [и др.]. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. 124 с.
5. Ерохин А.И., Карапес Е.А. Ареал развития романовских овец расширяется // Овцы, козы, шерстяное дело. 2003. №3. С. 4-9.

#### Advanced Technologies of a Summer Method for Sheep Keeping with regard to the Central Region of the Russian Federation

Yu.A. Mirzoyants, V.E. Firichenkov, D.S. Lebedev, E.E. Orlova, I.I. Velichko

**Summary.** The technique of rational sheep grazing is proposed.

**Key words:** technology, pasture, keeping, method, sheep, grazing, electric fence.

**Выставка  
«Молочная и Мясная  
индустрия» –  
новые перспективы  
агробизнеса**

[www.md-expo.ru](http://www.md-expo.ru)



Выставка «Молочная и Мясная индустрия» – это единственное в России специализированное бизнес-мероприятие, на котором представлен полный цикл аграрного и промышленного производства – от содержания и выращивания животных до производства готовой продукции.



За 4 дня работы выставку 2013 посетили **6 173** уникальных посетителя из **72** регионов России и **28** стран мира, **92 %** посетителей – специалисты отрасли

12-я Международная выставка

# Молочная и Мясная индустрия



18–21 марта 2014 года | Москва, ВВЦ, павильон 75



На выставке представлены оборудование и технологии:

- Выращивания и содержания животных
- Мясного производства
- Молочного производства
- Холодильные технологии
- Упаковочное и весовое оборудование
- Складского хранения и транспортировки
- Инжиниринговых систем
- Автоматизации производства
- Контроля качества, гигиены

В 11-й Международной выставке «Молочная и Мясная индустрия 2013» приняли участие **280** компаний из **19** стран мира, в том числе из России – **77 %** компаний-участников и **23 %** из Европы: Бельгии, Болгарии, Италии, Германии и других стран

## Деловая программа

- Всероссийская конференция по ключевым вопросам мясной и молочной индустрии
- Молочный форум
- Мясной форум
- Салон сыра
- Профессиональные конкурсы
- Технические экскурсии

Мероприятия деловой программы в 2013 году посетили более **1500** специалистов

По вопросам  
участия обращайтесь:

Тел.: +7 (495) 935-81-40, 935-73-50  
E-mail: [md@ite-expo.ru](mailto:md@ite-expo.ru)

Организаторы:



При поддержке:



УДК 221.385.64: 631

## Эффективная волноводная система для сельскохозяйственной СВЧ-установки

А.И.Пахомов,

д-р техн. наук, доц., зав. отделом

(ГНУ СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии)

AlivPx@mail.ru

**Аннотация.** Приведен краткий анализ ценовых показателей магнетронов разной мощности, показана целесообразность применения приборов мощностью 1 кВт в недорогом сельскохозяйственном оборудовании. Предложена волноводная система с улучшенной равномерностью СВЧ-обработки и суммированием мощности отдельных излучателей в общей рабочей камере.

**Ключевые слова:** СВЧ-энергия, магнетрон, волновод, равномерность обработки, КПД преобразования.

На современном этапе развития АПК необходимы новые технологии, обеспечивающие повышение качества и снижение затрат таких базовых процессов растениеводства и животноводства, как сушка и обеззараживание зерна, стимуляция посевных качеств семян, кормоприготовление и др. Перспективными в этом направлении считаются технологии с использованием СВЧ-энергии, однако сложность и высокая стоимость оборудования, выполненного на базе мощных электровакуумных преобразователей – магнетронов, сдерживают их широкое внедрение.

Промышленные магнетроны мощностью от 5 кВт – дорогостоящие изделия, которые в совокупности с системой питания и охлаждения занимают значительную часть в структуре общей стоимости СВЧ-установки.

На рис.1 представлена зависимость цены С магнетрона от его мощности Р на примере изделий OM75S Samsung (мощность 1 кВт), M168 (5 кВт), M116 Хвоя (50 кВт). Для оценки характера исследуемой зависимости приведен условно линейный закон нарастания цены.

Как видно из рис. 1, цена магнетрона резко увеличивается с ростом его мощности. Наиболее существенный скачок, нарушающий линейную зависимость, наблюдается при переходе заявленной мощности от Р=1 кВт к Р=5 кВт. В результате оказывается, что цена одного промышленного магнетрона M168 мощностью 5 кВт превышает стоимость пяти приборов бытового назначения OM75S той же суммарной мощности в 13 раз.

Подобное ценовое различие отдает безусловное преимущество магнетронам OM75S и им аналогичным в недорогом сельскохозяйственном оборудовании. Кроме того, они охлаждаются воздушным потоком [1] и не требуют сложных систем водяного охлаждения,

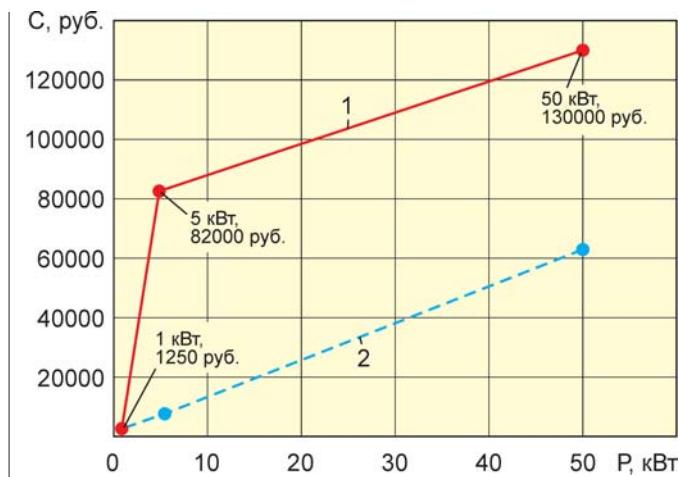


Рис.1. Зависимость цены магнетронов от мощности (1), условно линейный закон нарастания цены (2)

а это ведет к дальнейшему упрощению и удешевлению СВЧ-источника.

В то же время мощности 1 кВт недостаточно для высокопроизводительных сельскохозяйственных технологий, поэтому необходимо суммирование мощности отдельных излучателей. Этого можно добиться множественным энергоподводом, когда несколько магнетронов работают на общую камеру нагрева. При этом возникают следующие задачи:

- устранение паразитной связи между магнетронами;
- обеспечение равномерной обработки материала, учитывая изначально высокую неравномерность напряженности СВЧ-поля на выходе согласующего волновода.

Из известных конструкций полых волноводов [2] наибольшее распространение получил прямоугольный (рис.2). Его размеры выбирают таким образом, чтобы обеспечить режим бегущей волны для одного из типов волн, как правило,  $H_{10}$ .

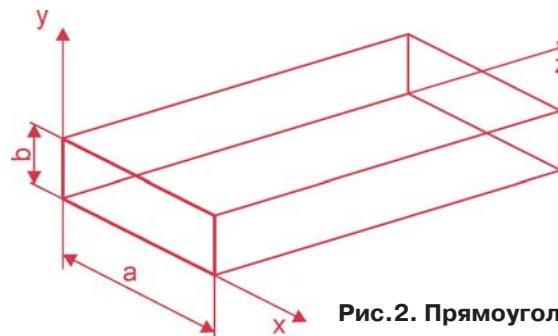


Рис.2. Прямоугольный волновод



Для волны  $H_{10}$  мгновенные значения магнитной  $H$  и электрической  $E$  составляющих векторов поля по осям волновода описываются выражениями:

$$H_z(x, y, z, t) = H_{oz} \cos\left(\frac{\pi}{a}x\right) \cos(\omega t - \beta z), \quad (1)$$

$$H_x(x, y, z, t) = -H_{oz} \frac{2a}{\lambda_B^{10}} \sin\left(\frac{\pi}{a}x\right) \sin(\omega t - \beta z),$$

$$E_y(x, y, z, t) =$$

$$H_{oz} Z_H^{10} \frac{2a}{\lambda_B^{10}} \sin\left(\frac{\pi}{a}x\right) \sin(\omega t - \beta z),$$

где  $H_{oz}$  – максимальная амплитуда составляющей  $H_z$ , зависящая от мощности СВЧ-источника;

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda_B^{10}} \text{ – постоянная распространения (коэффициент}$$

фазы) волны в волноводе;

$$\lambda_B^{10} = \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2} \text{ – длина волны в волноводе;}$$

$$Z_H^{10} = \frac{377\sqrt{\mu/\epsilon}}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}} \text{ – характеристическое сопротивление волновода.}$$

Графическая интерпретация выражений (1) в момент времени  $t = 0$  представлена на рис. 3. В круглых скобках отмечены сечения, где мгновенные значения достигают максимальной амплитуды.

Из рис. 3 следует, что амплитуды всех составляющих поля зависят от поперечной координаты  $x$ . Максимальное значение переносящей энергию магнитной составляющей  $H_x$  достигается при  $x = 0,5a$ , т.е. в центре длинной стороны сечения волновода.

В реальных конструкциях СВЧ-устройств с проточной рабочей камерой [1] обрабатываемый материал находится в непосредственной близости к выходному отверстию волновода и подвергается прямому облучению неравномерным СВЧ-полем (доля отражений мала). При этом величина поглощаемой мощности прямо пропорциональна квадрату напряженности этого поля. В результате температурное воздействие носит ярко выраженный экстремальный характер: максимальная температура до-

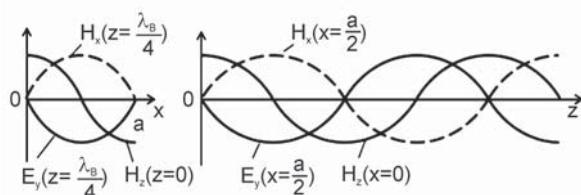


Рис.3. Составляющие поля бегущей волны  $H_{10}$

стигается в центральной части материала, в направлении проекции координаты  $x = 0,5a$  волновода, минимальная – в краевых областях, где  $x=0$  и  $x=a$ .

На практике неравномерность СВЧ-обработки усложняет получение зерна кондиционного качества. Так, например, при средней заданной температуре зерна не исключен перегрев по центру рабочей камеры, что вызывает утрату жизнеспособности семян, в то время как недостаточный нагрев по краям камеры не позволяет добиться требуемой степени стимуляции и обеззараживания.

Предлагаемая волноводная система (рис. 4) в значительной мере лишена отмеченного недостатка. Она выполнена на четырех магнетронах 1-4 и корректно суммирует их мощность в общей рабочей камере.

Подводящие волноводы – прямоугольные, расположены попарно-оппозитно так, что каждая пара образована двумя находящимися друг против друга волноводами, а каждая следующая пара смешена по высоте на расстояние  $H = 1,5-2 \lambda$  ( $\lambda$  – длина волны СВЧ-излучения) и расположена на двух других стенках камеры, смежных по отношению к первой.

Наклон волноводов под острым углом к оси рабочей камеры улучшает согласование по КСВН, повышает КПД преобразования [1], снижает риск выхода из строя магнетронов при изменении скорости подачи или диэлектрических свойств материала.

Поперечное сечение вертикальной рабочей камеры имеет форму квадрата, размер стороны которого равен размеру  $a$  длинной стенки волновода. Таким образом, камера является своеобразным продолжением волноводов, а ее четырехсторонняя симметрия обеспечивает идентичные условия подачи СВЧ-энергии от всех излучателей.

Устройство работает следующим образом. Материал подается в бункер и далее просыпается через рабочую камеру, последовательно проходя зоны обработки излучателями 1, 2 и 3, 4. Поток материала непрерывен, для чего предусмотрены загрузочное и выгрузное устройства (на рис. 4 не показаны).

Принцип улучшения равномерности обработки условно проиллюстрирован эпюрами А-А и Б-Б для соответствующих сечений рабочей камеры (см. рис. 4). Первоначально излучатели 1, 3 создают два лепестка направленности СВЧ-воздействия, не охватывая всю область поперечного сечения материала, а затем

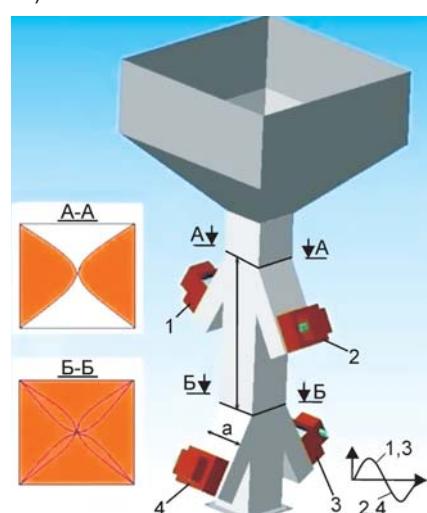


Рис. 4. Волноводная система

излучатели 2, 4 дополняют результат, обрабатывая зоны, которые были недоступны излучателям 1, 3.

Проблема взаимного влияния излучателей, работающих на общую камеру нагрева, решена тем, что каждая пара оппозитно расположенных магнетронов работает в противофазе, т. е. в разные полупериоды питающей сети. Например, в положительные полупериоды включены магнетроны 1, 3, в отрицательные – 2, 4. При этом магнетроны 1, 4 и 2, 3 оказываются включенными одновременно, но это не приводит к взаимному «затеканию» электромагнитной энергии, поскольку между выходами их волноводов имеется значительный вертикальный слой материала, полностью заполняющий камеру. При толщине  $H = 1,5-2 \lambda$  этот слой обеспечивает практически полное затухание СВЧ-энергии и, следовательно, отсутствие паразитной связи между указанными излучателями. В итоге повышаются общий КПД преобразования, производительность и надежность установки.

В рабочей камере с разнесенными по высоте излучателями частицы зернового материала, находясь в свободном падении, многократно сталкиваются и поворачиваются относительно своего первоначального положения, попадая разной поверхностью в зоны облучения магнетронами 1, 2 и 3, 4, что способствует улучшению равномерности обработки и повышению качества обеззараживания, так как новые порции СВЧ-энергии прикладываются к тем областям материала, которые ранее не получили требуемый уровень воздействия и сохранили остаточный уровень микрофлоры.

Предлагаемая система допускает модульный принцип построения путем присоединения дополнительных секций, конструкция которых аналогична показанной на рис.4, но без бункера. Полезная мощность одной секции на четырех магнетронах OM75S с учетом рекуперации тепла в установке составляет около 4 кВт, следовательно, возможно построение компактных СВЧ-модулей мощностью 4, 8, 12 кВт. С увеличением числа секций повышаются интенсивность и равномерность обработки, общая производительность установки.

## Список использованных источников

1. Пахомов В.И., Пахомов А.И., Парапонов А.А. Система воздушного охлаждения магнетрона сельскохозяйственной установки // С.-х. машины и технологии. 2012. №4. С. 26-28.
2. Фогельсон Б.А. Волноводы. М.: Военное из-во, 1958. С. 124.

## Effective Waveguide System for an Agricultural Microwave Unit

A.I. Pakhomov

**Summary.** A brief analysis of price indices of different capacity magnetrons is presented. The suitability of the use of the 1 kW power devices in reasonably priced farm equipment is shown. A waveguide system with improved uniformity of microwave processing and power summation of individual radiators in a general working chamber is proposed.

**Key words:** microwave energy, magnetron, waveguide, uniformity of processing, conversion efficiency.

## Информация

### SCORPION – новые погрузчики с телескопической стрелой

Компания CLAAS запускает в производство шесть новых моделей телескопических погрузчиков SCORPION. Погрузчики большой грузоподъемности поступят в продажу на европейский рынок в октябре 2013 г., погрузчики меньшей грузоподъемности – в феврале 2014 г.

Новые модели отвечают возросшим требованиям европейского рынка к погрузчикам грузоподъемностью свыше 5 т с длиной стрелы, необходимой для строительства малоэтажных зданий. Погрузчики подобного класса JCB 550-80 и Manitou MLT 840 пользовались широким спросом.

Модели SCORPION 9055 и 7055 (взамен мод. 9040 и 7045 соответственно) будут иметь грузоподъемность 5,5 т, что на 1 т больше, чем у предшественников. Максимальная высота подъема груза увеличена до 8,8 и 7 м соответственно. Погрузчик мод. 7040 будет заменен мод. 7044 грузоподъемностью 4,4 т с высотой подъема 7 м. Увеличение грузоподъемности новых моделей при сохранении размеров рамы и массы машины осуществляется благодаря смещению точки шарнирного крепления носка стрелы к платформе практически на уровень рамы, что

позволило улучшить устойчивость погрузчиков и обзор рабочей зоны. Гидроцилиндры подъема стрелы, наклона рабочего инструмента и выдвижения телескопических секций стрелы снабжены концевыми демпферами, что позволило снизить силу толчков, воспринимаемых кабиной. Предусмотрена система стабилизации раскачки груза, автоматически включающаяся при достижении погрузчиком скорости 7 км/ч.

Новые погрузчики оснащены системой управления с двумя стандартными автоматическими режимами управления стрелой. Первый предназначен для загрузки зерна в самосвал (после разгрузки ковш занимает исходное положение, стрела втягивается), второй позволяет загружать тюки сена на вилах на сеновалы с соблюдением строго вертикальной траектории движения стрелы при подъеме. Система джойстика оборудована памятью для выполнения повторяющихся операций. В функции системы управления также входит автоматическое согласование скорости движения, массы груза и угла наклона стрелы.

Размер кабины увеличен на 5%. В конструкцию в противовес погрузочной стреле встроен массивный ящик для инструментов, который способствует повышению устойчивости машины.

PR-агентство «Медиапроект»

# ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ



ДЕВЯТНАДЦАТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ-2014

ufi  
Approved Event

4-7 ФЕВРАЛЯ

МОСКВА, ВВЦ, ПАВИЛЬОНЫ: № 20 (1), № 57 (2)

СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



СОЮЗ  
КОМБИКОРМЩИКОВ



ЕВРОПЕЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОМБИКОРМОВ



РОСПТИЦЕСОЮЗ



СОЮЗ РОССИЙСКИХ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ  
СВИНИНЫ



РОССИЙСКИЙ  
ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



СОЮЗ  
ПРЕДПРИЯТИЙ  
ЗООБИЗНЕСА



СОЮЗРОССАХАР

ГКО "РОСРЫБХОЗ"

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:

Птицепром



Perfect Agro Technologies



научно-производственный журнал  
СВИНОВОДСТВО

FEEDMAGAZINE  
KRAFTFUTTER

Информационно-аналитический журнал  
ЭФФЕКТИВНОЕ  
ЖИВОТНОВОДСТВО

КРЕСТЬЯНСКИЕ  
ВЕДОМОСТИ

Сельскохозяйственное обозрение  
Ценовик

Технология  
животноводства

АгроРынок

Сельскохозяйственные животные  
РВЖ  
PRODUCTIVE ANIMALS

животноводство  
РОССИИ

молочное и мясоное  
скотоводство

агроПрофи

РацВет Информ

Ветеринарный  
ВРАЧ

ВЕТЕРИНАРИЯ

Vetcorm

АГРАРНОЕ  
ОБОЗРЕНИЕ

Техника  
и оборудование  
для села

АПК ЭКСПЕРТ

АГРОМАКС

издательский дом  
КРЕСТЬЯНИН

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:

ЦЕНТР МАРКЕТИНГА "ЭКСПОХЛЕБ"

Член Всемирной Ассоциации Выставочной Индустрии (UFI)

Член Российской Зернового Союза

Член Союза Комбикормщиков



Россия, 129223, Москва, ВВЦ  
Павильон "Хлебопродукты" (№40)  
Телефон: (495) 755-50-35, 755-50-38  
Факс: (495) 755-67-69, 974-00-61  
E-mail: info@expokhleb.com  
Интернет: www.breadbusiness.ru

УДК 631.356.46-48.35

# Перспективные направления и технические средства для снижения повреждений клубней при машинной уборке картофеля

**Н.В. Бышов,**  
д-р техн. наук, проф., ректор,

**С.Н. Борычев,**  
д-р техн. наук, проф., проректор,

**И.А. Успенский,**  
д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,

**Г.К. Ремболович,**  
канд. техн. наук, доц.,  
(ФГБОУ ВПО Рязанский ГАТУ  
им. П.А. Костычева)  
rgk.rgatu@yandex.ru

**В.Г. Селиванов,**  
канд. техн. наук, зам. директора  
(ФГБНУ «Росинформагротех»)  
fgnu@rosinformagrotech.ru

**Аннотация.** Приведены перспективные направления снижения повреждений клубней при машинной уборке картофеля. Предложен комплекс технических средств, обеспечивающий уменьшение повреждений продукции, и дана оценка эффективности его применения.

**Ключевые слова:** картофель, комбайн, машинная уборка, повреждения, клубни.

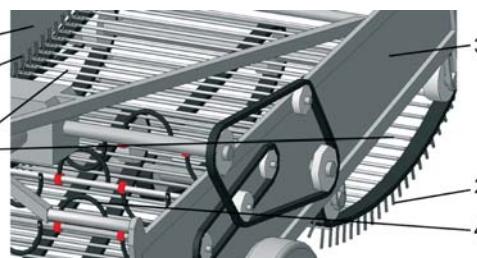
Проблема сохранности сельскохозяйственной продукции, в частности картофеля, при послеуборочной обработке и хранении является одной из наиболее актуальных в АПК. Причиной этих потерь является повышенная повреждаемость продукции в процессе уборки [1]. В основном это происходит из-за взаимодействия клубней с металлическими элементами конструкций комбайна, в первую очередь рабочих органов сепарации, а также падения с высоты, в частности при подаче с одного органа на другой, при

загрузке бункера комбайна и при выгрузке из бункера в транспортное средство.

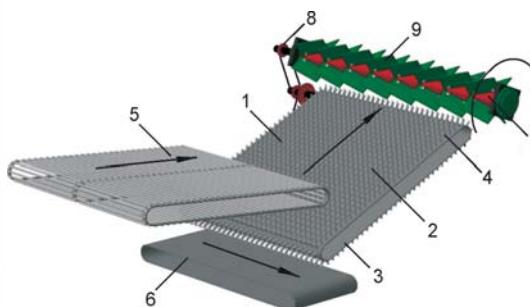
Лаборатория инновационных ресурсосберегающих технологий и средств механизации в растениеводстве и животноводстве Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева по заказу Минсельхоза России уже много лет проводит исследования машинных технологий возделывания картофеля, разрабатывает и совершенствует технические средства уборки картофеля для природно-производственных условий Центрального федерального округа Российской Федерации. Одним из направлений совершенствования картофелеуборочной техники является разработка технических решений для снижения повреждений клубней. Устройства, обеспечивающие снижение повреждений, разработаны для использования на основных технологических операциях картофелеуборочных комбайнов, в частности для операций просевной (на прутковых конвейерах) и выносной (на сепарирующих горках) сепарации, а также для «бережного» перемещения клубней при их подаче с предыдущей технологической операции на последующую.

Устройство для снижения повреждений клубней при просевной сепарации предназначено для ис-

пользования на прутковых конвейерах картофелеуборочных машин и работает следующим образом (рис. 1) [2]. Сепарируемый материал с подающего конвейера (или с подкапывающего рабочего органа) поступает на полотно просеивающего пруткового конвейера. По мере продвижения по конвейеру часть сепарируемого материала смещается к его боковым краям, но это смещение ограничивается упругими элементами 2, консольно закрепленными на концах прутков 1 с внешней стороны конвейера. Упругие элементы выполнены в виде прутков овального сечения, изготовленных из эластичного материала и ориентированных таким образом, что максимальная ширина их овального сечения параллельна направлению движения пруткового конвейера, что обеспечивает возможность их прогиба на некоторый угол в направлении боковин 3 рамы и ограничение контакта клубней с их металлической поверхностью, что снижает повреждение продукции при просевной сепарации. Применение предлагаемого устройства особенно эффективно на втором и последующих прутковых конвейерах, где большая часть почвы уже выделена и удалена из машины, так как уменьшение количества почвенных примесей на конвейере, как правило, приводит к увеличению частоты контактов клубней с элементами конвейера



**Рис. 1. Техническое средство для снижения повреждений клубней при просевной сепарации в картофелеуборочной машине [2]:**  
 1 – прутки просевного конвейера;  
 2 – упругие элементы (патент);  
 3 – боковина рамы машины;  
 4 – рабочие элементы интенсификатора просевной сепарации [3]



**Рис. 2. Техническое средство для снижения повреждений клубней при выносной сепарации в картофелеуборочной машине [4]:**

- 1 – полотно органа выносной сепарации;
- 2 – рабочая ветвь полотна;
- 3 – обратная ветвь полотна;
- 4 – упругие пальцы;
- 5 – сепарирующий элеватор;
- 6 – транспортер выгрузки корнеклубнеглодов;
- 7 – лопастной отбойный валик;
- 8 – привод вращения лопастного отбойного валика;
- 9 – лопасть

и рамы и повреждаемости продукции.

Устройство для снижения повреждений клубней при выносной сепарации предназначено для использования на прямоточных сепарирующих горках картофелеуборочных машин (рис. 2) [4]. Его применение направлено как на снижение количества повреждений продукции, так и на повышение эффективности отделения клубней от почвенных и растительных остатков.

Разработанное устройство содержит сепарирующую горку 1, выполненную в виде наклонного конвейера, бесконечная лента которого представляет собой пальчатое полотно, конвейеры загрузки 5 и выгрузки 6 клубней. В верхней части наклонного конвейера горки расположен клубнеотражатель 7, который содержит приводной вал, снабженный эластичными лопастями 9, размещенными продольными рядами по всей рабочей поверхности отражателя 7 на равном расстоянии друг от друга [5]. Лопасти расположены под острым углом к плоскости, перпендикулярной оси отражателя.

Использование предлагаемого устройства выносной сепарации на картофелеуборочных комбайнах позволяет повысить эффективность процесса отделения корнеплодов от примесей, в том числе в

сложных условиях работы, за счет наклонной установки лопастей, что дает возможность снизить нормальные усилия контакта клубней с элементами отбойного валика, и тем самым уменьшить повреждение продукции.

Выгрузка продукции из бункера картофелеуборочного комбайна в транспортное средство является одной из технологических операций, дающих большой процент повреждения клубней.

Разработано и запатентовано устройство для «бережного» гашения энергии падающих клубней картофеля (рис. 3). Устройство работает следующим образом. Выгрузной конвейер 4, перемещающая клубни картофеля на последующий рабочий орган (бункер, кузов транспортного средства), одновременно передает через привод 3 вращение на диск 6. Поворот его кулачка вынуждает колебаться рычаг 2, закрепленный при помощи шарнира 5 на раме 7, а вместе с ним и емкость для направления потока падающего картофеля 1, тем самым снижая энергию падения клубней [7]. Амплитуда колебаний устройства компенсируется двумя пружинами 8, установленными на раме 7.

Данное схемно-конструктивное решение устройства позволяет по-

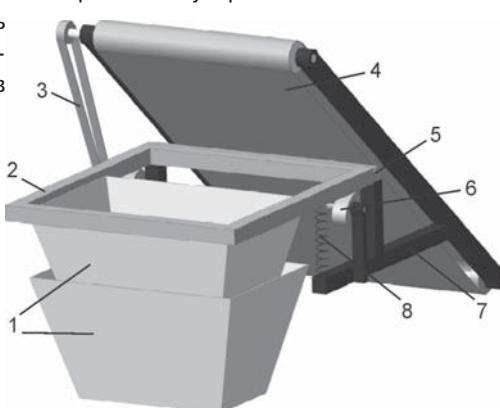
высить эксплуатационную производительность картофелеуборочной машины путем снижения динамического воздействия на клубень, вызванного его падением с выгрузного конвейера, и сократить время на выгрузку продукции в транспортное средство [7].

Полевые испытания картофелеуборочных комбайнов, оснащенных устройствами для снижения повреждений клубней при выполнении основных технологических операций, показали, что использование комплекса предлагаемых технических решений [2, 4, 6] на комбайнах «классической» двухъярусной компоновки (КПК-2-01, DR-1500) позволяет уменьшить повреждаемость продукции на 7-18%. Экономический эффект от внедрения составил до 5 тыс. руб. и более с 1 га уборочной площади и получен как за счет повышения сохранности продукции, так и за счет увеличения эффективности сепарации клубней от примесей и повышения производительности уборочного процесса.

### Список

#### использованных источников

1. Туболов С.С., Шеломенцев С.И., Пшеченков К.А., Зейрук В.Н. Машины технологии и техника для производства картофеля. М. : Агроспас, 2010. 316 с.
2. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины: пат. №2464765 Рос. Федерация: М.кл.2 А 01 Д 17/10 / Ремболович Г.К., Волченков Д.А., Бышов Н.В., Паршков А.В., Успенский И.А., Борычев С.Н.; опубл. 27.10.2012, бюл. № 30.
3. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины: пат. №2438289 Рос. Федерация: М.кл.2 А 01 Д 33/08 / Рязанов Н.А., Успенский И.А., Ремболович Г.К. и др.; опубл. 10.01.2012, бюл. № 1.



**Рис. 3. Техническое средство для снижения повреждений клубней при их падении [6]:**

- 1 – емкость;
- 2 – рычаг;
- 3 – привод;
- 4 – конвейер;
- 5 – шарнир;
- 6 – диск с кулачком;
- 7 – рама;
- 8 – пружина

4. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей: пат. № 95960 Рос. Федерации: М.кл.2 А 01 Д 33/08 / Безносюк Р.В., Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Ремболович Г.К.; опубл. 20.07.2010, бул. №20.

5. Ремболович Г.К., Успенский И.А., Безносюк Р.В., Рязанов Н.А., Селиванов В.Г. Повышение надежности технологического процесса и технических средств машинной уборки картофеля по параметрам качества продукции // Техника и оборудование для села. 2012, № 3. С. 6-8 .

6. Устройство для гашения энергии падающих клубней плодов картофеля: пат. № 102171 Рос. Федерации: М.кл.2 А 01 В 76/00 / Беркасов К.С., Борычев С.Н., Бышов Н.В., Успенский И.А., Ремболович Г.К., Бойко А.И.; опубл. 20.02.2011, бул. № 4.

7. Беркасов К.С., Ремболович Г.К., Борычев С.Н., Бышов Н.В., Морозов А.Е. Результаты полевых испытаний устройства для гашения энергии падающих клубней плодов картофеля // Естественные и технические науки. 2012. № 2. С. 463-465.

#### Perspective Trends and Technical Means for Reducing Potato Tubers Damage when Potatoes Mechanical Harvesting

N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A.Uspensky, G.K. Rembalovich, V.G. Selivanov

**Summary.** The article presents the perspective trends of reducing tubers damage when mechanical harvesting of potato. A set of technical means for reducing damage of produce is proposed and efficiency of its application is estimated.

**Key words:** potato, harvester, mechanical harvesting, damages, tubers.

## Информация

### Комбайны из Владимира убирают хлеба в непогоду

Владимирское обособленное структурное подразделение «ПО «КЗК» («Концерн «Тракторные заводы») – сравнительно молодое предприятие, организованное на площадке Владимирского моторо-тракторного завода, производит для аграрного рынка зерноуборочные комбайны «АГРОМАШ-Енисей 5000». Сборочный завод в миниатюре создали с учетом последних достижений зарубежной инженерии – учтены особенности внутрицеховой логистики по окраске, сборке, испытанию и хранению зерноуборочных машин. Автоматизация сборочного производства позволила свести к минимуму численность персонала, оригинальные технические решения обеспечивают эффективность на всех этапах процесса сборки машины.

Сборочный цех идентичен конвейеру финской компании «Sampo Rosenlew Ltd». На вооружение были взяты самые последние достижения иностранных партнеров. Складские места хранения деталей также позволяют эффективно использовать цеховые площади. Рабочие места слесарей-сборщиков оборудованы аккумуляторными и пневматическими гайковертами, динамометрическими ключами. Цех оснащен современным оборудованием, в том числе электрическими погрузчиками с высотой подъема стрелы до 8 м. Применяемая оснастка для транспортировки на комбайн массивных модулей максимально ускорила процесс установки кабины, жатки, бункера, корпуса молотилки, мотора. Все этапы технологического процесса сборки контролируются с помощью компьютеризированного диагностического оборудования. В 2012 г. на владимирской промышленной площадке собрали первые экземпляры инновационного комбайна, через три года планируется поставлять на рынок до 450 единиц ежегодно.

«АГРОМАШ-Енисей 5000» разработан в кооперации с «Sampo Rosenlew Ltd» (Финляндия). Учтены особенности его эксплуатации в засушливых регионах и в регионах с повышенной влажностью. Максимальную производительность комбайн показывает при урожайности зерновых культур 25-60 ц/га (при сохранении высокого качества обмолоченного зерна). Стандартная комплектация предусматривает дополнительные конструктивные

элементы, позволяющие идеально настроить комбайн на работу в конкретных условиях. Энергоэффективность «АГРОМАШ-Енисей 5000» складывается из нескольких составляющих. Первая – двигатель, специально разработанный для зерноуборочного комбайна 5-го класса. Применены конструктивные новинки в системе обмолота, сепарации и очистки, а также эффективная кинематическая схема комбайна. Совокупность технических решений позволила добиться рекордно низкого потребления топлива. Благодаря рациональному расположению систем комбайна имеется хороший доступ ко всем механизмам и точкам обслуживания, в ответственных местах предусмотрены технологические окна. Например, стрясная доска имеет три независимые секции из нержавеющей стали и при необходимости легко демонтируется с помощью специального ключа, даже поддоны клавиш соломотряса съемные. Кинематическая схема предусматривает использование минимального количества промежуточных передач, что обуславливает сохранение эффективной мощности двигателя. По производительности «АГРОМАШ-Енисей 5000» не уступает аналогам. По желанию потребителей возможна установка двигателя Владимирского завода (совместное производство AGCO-KTZ). В ближайшее время появятся комбайны с двигателями производства Алтайского моторного завода, которые по мощности не уступают финским. Отечественные двигатели востребованы в регионах, где наложено их сервисное обслуживание и обеспечение запасными частями, а также есть проблема поставки высококачественного топлива.

«АГРОМАШ-Енисей 5000» успешно прошел испытания на Владимирской МИС в августе 2012 г. Полученные результаты пре-вишли требования нормативных документов по потерям зерна, дроблению и содержанию сорных примесей в ворохе.

Завод предоставляет гарантию на свою продукцию. Гарантийные сервисные услуги предоставляются в сервисном центре, расположенном на территории России, или, по согласованию с клиентом, на месте эксплуатации.

**Б. ГОЛЕВ,**  
заместитель руководителя  
ОСП «ПО «КЗК» (г. Владимир)



ЮБИЛЕЙНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ  
АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



# ЮГАГРО

**26 - 29 ноября 2013**

г. Краснодар, ул. Зиповская, 5

## ПОЛЕ ДЕЛОВЫХ РЕШЕНИЙ

**574** компании из **27** стран мира и **30** регионов России  
более **12000** посетителей, из них **85,7%** – специалисты отрасли\*



КРАСНОДАРЭКСПО  
В составе группы компаний ГТЕ

**Дирекция выставки:**

**T** +7(861) 200-12-34

**E** ugagro@krasnodarexpo.ru

### Поддержка и содействие:

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Администрация Краснодарского края

Министерство сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности

Краснодарского края

Администрация муниципального образования город Краснодар

### Партнеры:

IFWexpo Heidelberg GmbH (Германия)

Французское национальное агентство по развитию  
внешнеэкономической деятельности UBIFRANCE

[www.yugagro.org](http://www.yugagro.org)

Генеральный  
партнер

**Альтаир**

Спонсор  
деловой программы



Спонсор  
раздела «Растениеводство»

**avgust** crop protection

Официальный  
информационный партнер

**Рынок АПК**

Региональный  
информационный партнер

**ЗЕМСУЖЕСТЮФО**

УДК 631.355

## Однорядный кукурузоуборочный комбайн для уборки початков сахарной кукурузы

Е.И. Трубилин,

д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,

В.Ю. Сапрыкин,

инженер,

Е.В. Труфляк,

д-р техн. наук, доц.

(ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ)

[mail@kubsau.ru](mailto:mail@kubsau.ru)



**Аннотация.** Приведены результаты исследований форм скруглений оснований початков сахарной кукурузы, с использованием которых разработан экспериментальный образец уборочной машины с новыми початкоотделяющими пластинаами и лапками подающих цепей.

**Ключевые слова:** кукуруза, сахарная, уборка, комбайн, початок, пластина, лапка.

Кукуруза сахарная – ценная сельскохозяйственная культура. Однако в связи с достаточно узким профилем использования свежей кукурузы специальной техники для её уборки немного. Актуальными являются вопросы создания универсальных комбайнов, способных убирать не только кукурузу свежую в фазе молочной и молочно-восковой спелости, но и в фазе полной спелости. Отсутствие отечественной техники создает существенные трудности для тех немногих численных российских хозяйств, которые занимаются выращиванием кукурузы. Специализированные

агрегаты довольно дорогостоящие, при этом качественного сервисного обслуживания никто не гарантирует.

Проведен анализ современных кукурузоуборочных комбайнов для уборки свежих початков кукурузы. Отличительной особенностью початкоотделяющих аппаратов являются скошенные кромки в зоне отделения початков, что позволяет в более щадящем режиме отделять початки с частичным изгибом плодоножки.

На основании выявленных в процессе эксплуатации комбайнов недостатков, приводящих к повреждению оснований початков, предлагается конструкция початкоотделяющего аппарата, пластины которого в зоне початкоотделения имеют криволинейную поверхность, имитирующую

основание початка. Для определения размеров и формы скруглений проводилась обрисовка оснований початков кукурузы Бондюэль сорта 700 (рис. 1).

Для определения нужной формы скруглений в початкоотделяющих пластинах проводились сканирование обрисованных картинок и обработка их в программе КОМПАС-3D V12 (обводка контура и автоматическое создание размера радиусов скруглений). Результаты данного моделирования представлены на рис. 2.

С использованием программы Simple formula V 1.5 (автор – В.У. Сидыганов) получены зависимости, моделирующие основание початка (см. таблицу).

По результатам обработки полученных данных установили средний радиус скругления основания



Рис. 1. Пример обрисовки основания початка

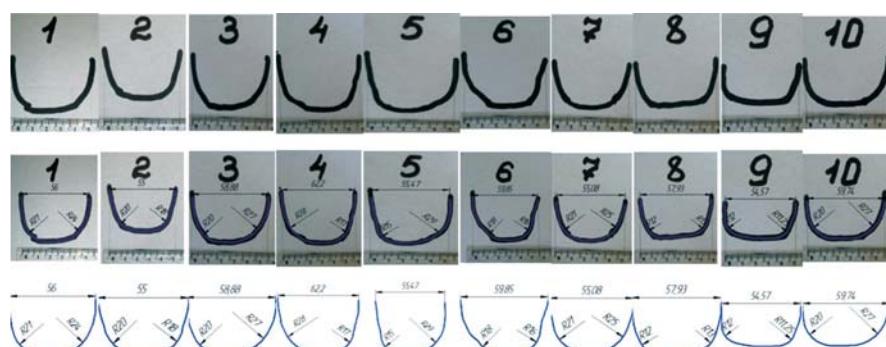


Рис. 2. Результаты обрисовки оснований початков



### Уравнения, описывающие основание початка

Номер початка	Уравнения
1	$y = \frac{1}{-18,184 \cdot 10^{-6}x^2 + 31,816 \cdot 10^{-3}\ln(x) - \frac{1,0683}{x}}$
2	$y = \frac{1}{-34,961 \cdot 10^{-6}x^2 - 14,704 \cdot 10^{-3}\ln(x) + 3,6967 \cdot 10^{-3}x}$
3	$y = \frac{1}{-38,357 \cdot 10^{-6}x^2 - \frac{316,15 \cdot 10^{-3}}{x} + 3,1579 \cdot 10^{-3}x}$
4	$y = \frac{1}{-40,399 \cdot 10^{-6}x^2 - 13,215 \cdot 10^{-3}\ln(x) + 4,0865 \cdot 10^{-3}x}$
5	$y = \frac{1}{-18,952 \cdot 10^{-6}x^2 + 63,388 \cdot 10^{-3}\ln(x) - 156,65 \cdot 10^{-3}}$
6	$y = \frac{1}{-34,0577 \cdot 10^{-6}x^2 + 2,95 \cdot 10^{-3}x - 15,088 \cdot 10^{-3}}$
7	$y = \frac{1}{-39,166 \cdot 10^{-6}x^2 - \frac{203,45 \cdot 10^{-3}}{x} + 3,0353 \cdot 10^{-3}x}$
8	$y = \frac{1}{-35,426 \cdot 10^{-6}x^2 - \frac{43,540 \cdot 10^{-3}}{x} + 2,6701 \cdot 10^{-3}x}$
9	$y = \frac{1}{-\frac{67,045}{e^x} - 39,129 \cdot 10^{-6}x^2 + 2,8508 \cdot 10^{-3}x}$
10	$y = \frac{1}{-\frac{52,756}{e^x} - 41,464 \cdot 10^{-6}x^2 + 3,1806 \cdot 10^{-3}x}$

початка – 20 мм и диаметр – 58 мм. Эти показатели были использованы в дальнейшем при моделировании початкоотделяющих пластин (рис. 3).

Для приспособления существующих початкоотделяющих аппаратов к уборке кукурузы с меньшими потерями определялось разрушение оснований початков на приборе,

имитирующем процесс протягивания стебля и содержащем предлагаемые пластины (рис. 4, 5).

Пластины выполнены в виде криволинейной поверхности, имитирующей основание початка, что позволяет увеличить площадь соприкосновения початков с пластинами, а следовательно, повысить качество их отде-

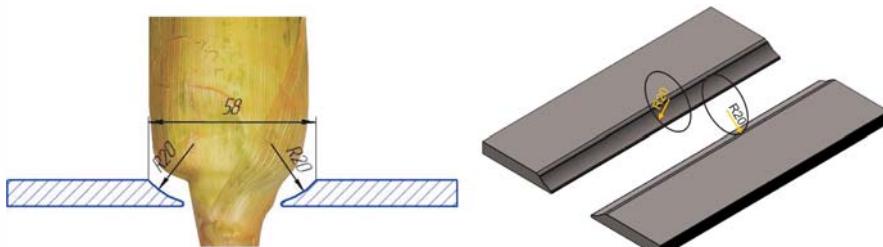


Рис. 3. Результаты моделирования початкоотделяющих пластин

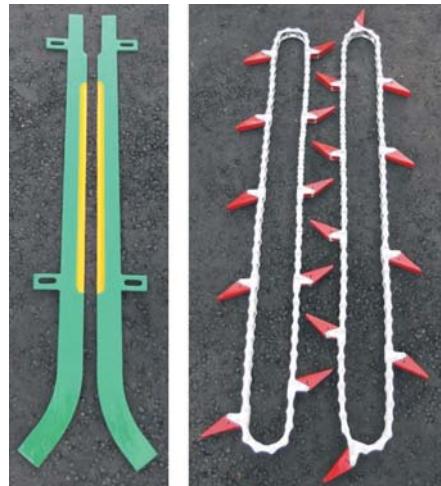


Рис. 4. Предлагаемые початкоотделяющие пластины и лапки подающих цепей

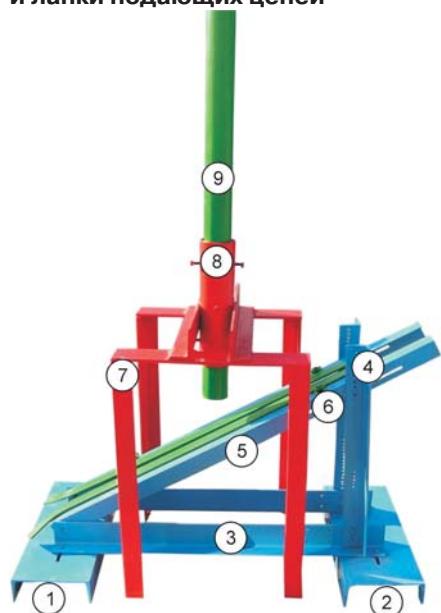


Рис.5. Прибор для изучения удара початка при отделении:

- 1, 2 – опоры;
- 3 – основание;
- 4 – вертикальная стойка;
- 5 – наклонная стойка;
- 6 – початкоотделяющие пластины;
- 7 – рамка;
- 8 – держатель;
- 9 – труба

ления от стебля и свести к минимуму травмирование.

Лапки каждого контура подающей цепи установлены под углом к продольной оси цепи, не превышающим угол трения стебля по стали, и размещены таким образом, что лапки одного контура находятся посередине шага лапок смежного контура, а их свободные концы расположены вблизи смежной цепи, при этом



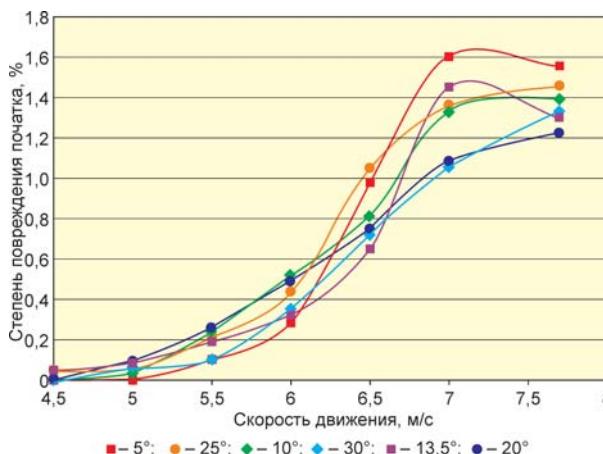


Рис. 6. Зависимости степени повреждения початка от его скорости движения при различных углах наклона пластин

стебли движутся со скоростью цепей, что обеспечивает равномерное распределение их по руслу жатки, увеличивая ее пропускную способность. Установка лапок под углом, не превышающим угол трения, обеспечивает их надежную транспортировку.

В основе методики определения разрушений оснований початков при ударе лежат приданье початку определенной скорости и фиксирование разрушений.

Зависимости степени повреждения початка от его скорости движения при различных углах наклона пластин (5-30°) представлены на рис. 6.

Анализируя данные зависимости, можно сделать вывод: на всех режимах исследований повреждения початка не превышают 0,2% на скоростях 4,5-5 м/с. На скоростях 5-5,5 м/с наблюдалось

плавное изменение степени повреждения початков, на скорости 6 м/с – резкое изменение (от 0,5 до 1,7%).

В результате проведения опытов было определено, что наименьшие повреждения наблюдались при угле наклона пластин 25-30°, скорости початка 4,5-5 м/с (скорость вальцов с учетом пробуксовывания стебля – 4-4,5 м/с).

На основании выполненных исследований предлагается однорядный кукурузоуборочный комбайн (рис. 7), предназначенный для уборки початков кукурузы, который содержит одно русло типа «Херсонец», агрегирующийся с трактором тягового класса 14 кН (типа МТЗ-80). Машина позволяет изменять угол наклона русла к горизонту и частоту вращения протягивающих вальцов. На навесную

систему трактора навешена рама 1, на которой с помощью кронштейнов 12 и держателей 13 крепится русло 3. Держатели изготовлены из уголков, которые имеют регулировочные отверстия. Перемещение кронштейнов и русла по отверстиям держателей позволяет изменять угол наклона початкоотделяющих вальцов к горизонту. Для сбора початков предусмотрены скатной лоток 4 и транспортер початков 5. На раме крепится опорное колесо 2 для устойчивого хода агрегата. На остановках для изменения режимов работы используется подножка. Привод секции осуществляется от вала отбора мощности трактора через карданный вал 10, понижающий редуктор 8, вал 7, цепную передачу. На валу закреплена сменная звездочка 14.

На основании проведенных исследований разработан экспериментальный образец уборочной машины с новыми початкоотделяющими пластинами и лапками подающих цепей (рис. 8).

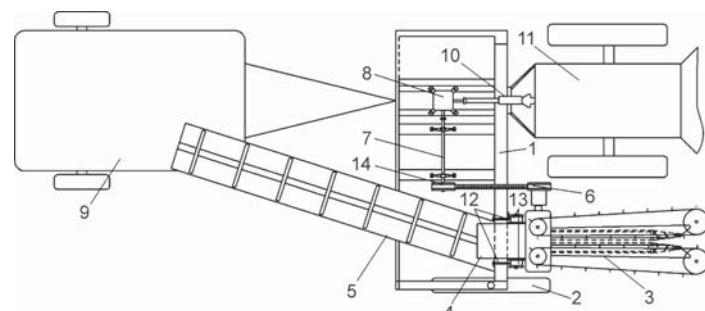


Рис. 7. Схема кукурузоуборочного комбайна (вид сверху):

1 – рама; 2 – опорное колесо; 3 – русло комбайна; 4 – скатной лоток; 5 – транспортер початков; 6 – привод русла; 7 – вал; 8 – редуктор; 9 – тележка для початков односная; 10 – карданный вал; 11 – трактор; 12 – кронштейн; 13 – держатели; 14 – сменная звездочка



Рис. 8. Однорядный кукурузоуборочный комбайн с новыми початкоотделяющими пластинами и лапками подающих цепей

### Single-Row Corn Harvester for Sugar Corn Cob Harvesting

E.I. Trubilin, V.Yu. Saprikin,  
E.V. Truflyak

**Summary.** The article presents the research results of sweet corn cob bases filleting by using of which an experimental model of a harvester with new husker plates and feed chains claws was developed.

**Keywords:** sugar corn, harvesting, grain harvester combine, cob, plate, claw.



БЕЛЭКСПОЦЕНТР



БЕЛГОРОДСКАЯ  
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА

**11-13 сентября 2013 г.**

XVIII МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

# БелгородАгро

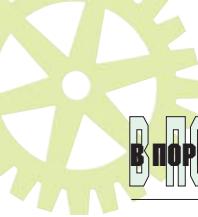
**ПРИ ПОДДЕРЖКЕ МИНСЕЛЬХОЗА РОССИИ  
ПОД ПАТРОНАЖЕМ ТПП РФ**



**г. БЕЛГОРОД, ул. ПОБЕДЫ, 147 А**

**Тел. для справок: (4722) 58-29-52, 58-29-45  
58-29-44, 58-29-63, 58-29-41**

**[www.belexpocentr.ru](http://www.belexpocentr.ru)    [belexpo\\_auto@mail.ru](mailto:belexpo_auto@mail.ru)**



УДК 631.17:631.3

## О создании инженерно-технической системы АПК Российской Федерации

Л.И. Кушнарев,

д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой  
(ФГБОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячина)  
kushnarev@msau.ru

**Аннотация.** Приведены обоснование необходимости, цели, задачи, основополагающие принципы разработки и формирования инженерно-технической системы АПК Российской Федерации.

**Ключевые слова:** АПК, инженерно-техническая система, приоритет, права, технический сервис, ресурсосберегающие технологии.

Трудоемкость работ по содержанию и эксплуатации сельскохозяйственной техники в связи с низкой ее надежностью составляет около 20-35% общего объема работ по производству сельскохозяйственной продукции [1, 2]. До начала 1990-х годов около 10% всего объема работ по техническому сервису выполнялось специализированными ремонтными предприятиями. В основном это были работы по капитальному и текущему ремонту полнокомплектных машин, их сложных узлов и агрегатов, восстановлению деталей. Предприятия материально-технического снабжения поставляли хозяйствам технику, топливно-смазочные материалы, запасные части, ремонтно-технические материалы и др. Многочисленные механизированные отряды и уборочно-транспортные машинно-технологические комплексы, созданные на предприятиях технического сервиса, оказывали существенную помощь сельским товаропроизводителям в реализации механизированных процессов по производству сельхозпродукции. Выполнялись значительные объемы работ по агрохимическому и мелиоративному обслуживанию, изготовлению нестандартного оборудования и приспособлений к сельхозмашинам и орудиям, их конструктивному совершенствова-



нию. Производственные мощности предприятий технического сервиса в АПК превышали мощности заводов-изготовителей сельхозтехники в 6-10 раз. Таким образом, в производстве сельхозпродукции принимали участие работники многих производственных сфер, сельские товаропроизводители в полной мере ощущали заинтересованность и помочь государства в решении задач продовольственного обеспечения страны [3].

Длительное время оказывала научно-методическую помощь сельским товаропроизводителям и предприятиям технического сервиса в разработке и внедрении в производство современных ресурсосберегающих технологий и технических средств механизации процессов по производству сельхозпродукции, выполнению работ по техническому сервису машин и оборудования корпорация «Росагротехсервис». Но, не решив вопросы диверсификации своей деятельности и не найдя своего места в сложной системе инженерно-технического обеспечения, корпорация прекратила свое существование.

Прошедшее десятилетие обнажило ряд острых проблем в инженерно-технической сфере, требующих скорейшего решения и обеспечивающих производство конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции, что особенно важно при вступлении Российской Федерации в ВТО. Основные из них:

- технологическая модернизация сельхозпроизводства, разработка и оснащение его современными техническими средствами, обеспечивающими внедрение высокоеффективных и ресурсосберегающих технологий;

- повышение технического уровня, качества и надежности сельскохозяйственной техники и оборудования;

- разработка и внедрение системы фирменного технического сервиса машин и оборудования, обеспечивающей приоритет прав сельского товаропроизводителя на приобретение и использование качественной и надежной техники и другой продукции производственно-технического назначения;

- разработка и внедрение высокоеффективных форм и методов организации использования техники, обеспечения ее работоспособности;

- своевременное обновление машинного парка АПК;

- научно-методическое и информационное обеспечение АПК;

- правовое и юридическое обеспечение АПК;

- модернизация системы подготовки кадров высшей квалификации и массовых профессий;

- мониторинг и управление процессами в инженерно-технической системе АПК.

Актуальность и своевременность решения проблем, стоящих перед сельскими товаропроизводителями, требуют создания координи-

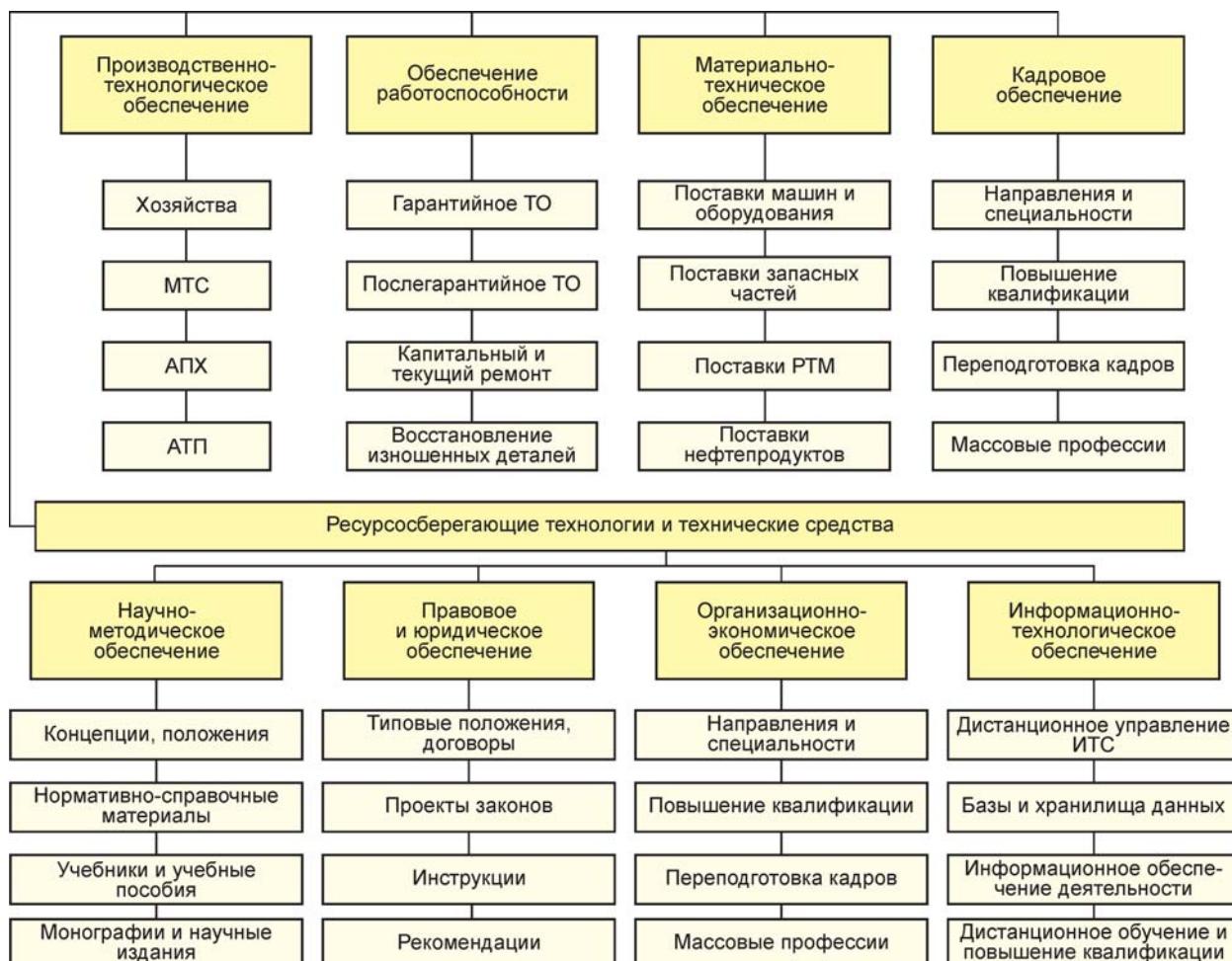


Рис. 1. Направления деятельности предприятий инженерно-технической системы АПК

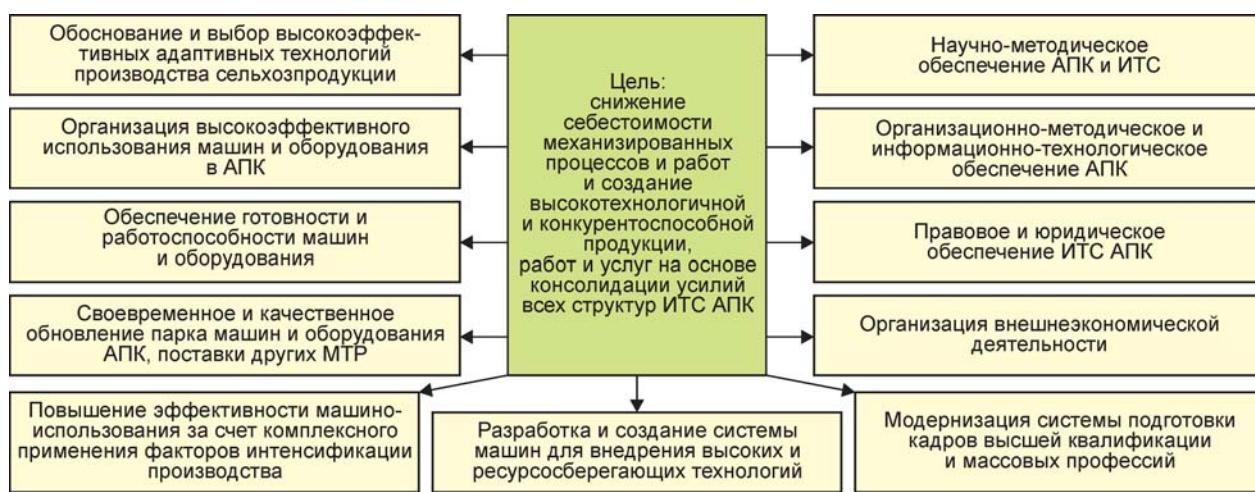


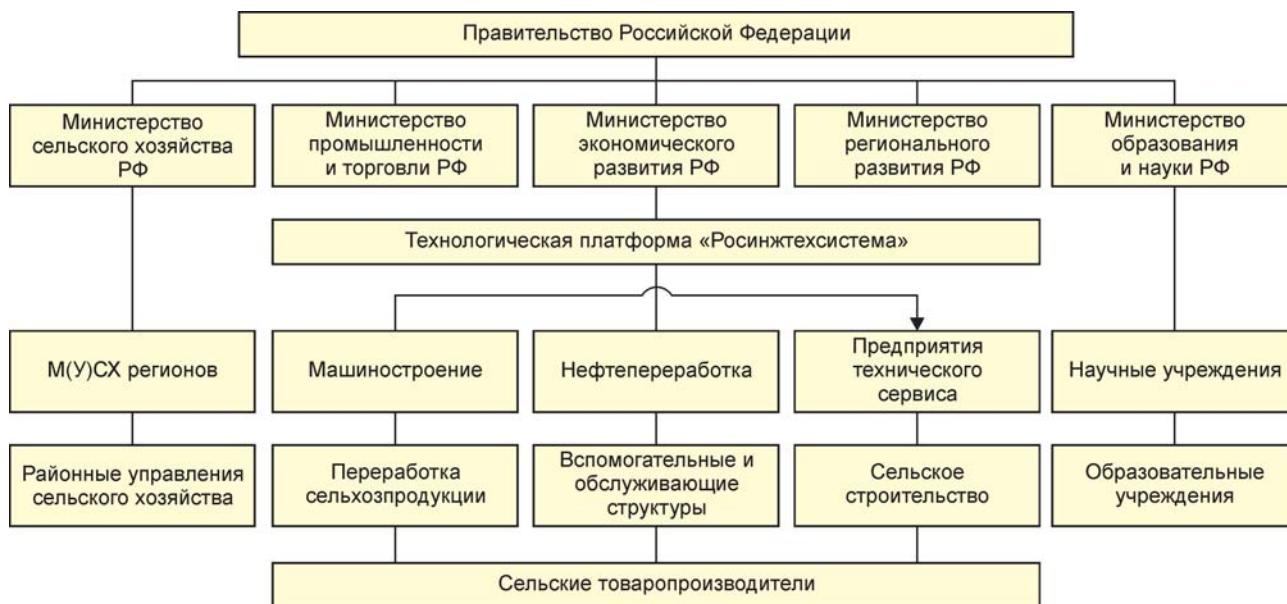
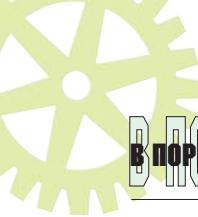
Рис. 2. Цели и задачи функционирования инженерно-технической системы АПК Российской Федерации

рующего и генерирующего органа – инженерно-технической системы АПК, в основу деятельности которой должен бытьложен закон Российской Федерации «Об инженерно-техническом обеспечении АПК».

Основные направления деятельности инженерно-технической системы (ИТС) представлены на рис. 1.

Основные цели деятельности ИТС России – снижение себестоимости механизированных процессов и работ

и создание высокотехнологичной и конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции, работ и услуг на основе консолидации усилий всех структур и подразделений инженерно-технической системы



**Рис. 3. Участники инженерно-технической системы АПК**

АПК. Это требует планомерного решения задач, приведенных на рис. 2.

Сложность создания такой системы заключается в разнонаправленности не только ее функций и направлений деятельности, но и в большом количестве участников (рис. 3). В деятельности ИТС предполагается участие пяти министерств и ведомств, а также сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, предприятий машиностроения и нефтехимии, технического сервиса и строительства, научных и образовательных учреждений и др.

Основными ведомствами, заинтересованными в создании инженерно-технической системы АПК, являются Министерство экономического развития, Министерство регионального развития, Министерство сельского хозяйства, Министерство промышленности и торговли, Министерство образования и науки Российской Федерации и др. Основные рычаги в реализации стоящих перед инженерно-технической системой задач – технологическая модернизация производства на предприятиях всех ее участников и в первую очередь сельскохозяйственного производства.

Сельскохозяйственное производство, обладая богатейшим ресурсным потенциалом, при внедрении перспективных ресурсосберегающих

технологий производства сельхозпродукции и оснащении высоко-производительной сельскохозяйственной техникой, обеспечивающих требуемые своевременность и качество проведения механизированных процессов и работ, имеет реальную возможность составить конкуренцию развитым странам и даже превзойти их по объемам производства экологически чистой и качественной сельхозпродукции.

От четкой и согласованной работы всех министерств и ведомств по разработке и внедрению системы и ее организационно-экономического механизма, принятию и реализации правовых и законодательных актов, финансированию развития сельского хозяйства зависит экономическая эффективность функционирования не только предприятий АПК, но и промышленности: переработки, машиностроения, нефтепродуктов, сельского строительства и др. Поэтому разработку и формирование инженерно-технической системы целесообразно осуществлять через создание технологической платформы.

Технологическая платформа представляет собой коммуникационную площадку для взаимодействия бизнеса, науки, потребителей и государства по вопросам модернизации и научно-технического развития по определенным технологическим

направлениям. Ее использование направлено на активизацию усилий в области создания перспективных технологий, новой продукции и услуг, на привлечение дополнительных ресурсов для проведения научных исследований и разработок. Задачи технологической платформы – создание научно-производственной кооперации и организация эффективного взаимодействия всех заинтересованных сторон: образования, науки, производства, бизнеса, государства и гражданского общества.

Перечень технологических платформ, представленный Минэкономразвития России и утвержденный решением Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям под председательством В.В. Путина 01 апреля 2011 г., не содержит технологической платформы для модернизации инженерно-технической системы не только АПК, но и всей экономики Российской Федерации в целом. Эти проблемы и вопросы еще предстоит обосновать и представить на рассмотрение Правительственной комиссии с выделением для их проведения существенных объемов финансирования для практической реализации предприятиями малого и среднего бизнеса и промышленностью. Для оперативного контроля процесса создания технологической платформы в составе Прав-



вительственной комиссии создается рабочая группа, которую возглавляет заместитель министра экономического развития.

В качестве головного учреждения, на базе которого представляется целесообразным создание технологической платформы «Инженерно-техническая система АПК Российской Федерации», может выступить ФГБОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячина, являющееся головным агронженерным вузом России по подготовке высококвалифицированных кадров для АПК и имеющим значительный научный задел по данному направлению исследований.

Деятельность технологической платформы предполагает в первую очередь государственное бюджетное финансирование, поэтому организационно-правовой формой предприятия, реализующего функции технологической платформы «Инженерно-техническая система АПК Российской Федерации», должно стать открытое акционерное общество.

Основные методы работы организации – круглые столы, конференции, семинары, совещания, анкетирование и опросы, изучение передового опыта и научно-исследовательская работа, практическая проверка и массовое внедрение результатов, их широкое обсуждение в публикациях. Особое место при этом отводится применению современных информационных технологий на базе новейшей компьютерной техники. Основными принципами в принятии перспективных решений должны быть доступность, достоверность, обоснованность, объективность и массовость для всех участников и сторон.

Для освещения и обсуждения результатов НИР, основополагающих документов деятельности технологической платформы, стратегий и концепций ее формирования и развития целесообразны создание электронных и печатных журналов и бюллетеней, организация их рассылки для абонентов.

В перспективе с целью концентрации усилий и повышения статуса

инженерно-технических кадров высшей квалификации АПК, промышленности и других смежных отраслей может быть создана Российская инженерно-техническая академия – интегратор дальнейшего развития материально-технической базы и производства в Российской Федерации.

На данном этапе развития экономики страны остро стоит и требует скорейшего решения проблема технологической модернизации российской экономики, что не может быть реализовано без учета приоритета прав сельских товаропроизводителей – основных потребителей сельхозтехники и участия всех производственных сфер страны.

Приоритет прав сельского товаропроизводителя как потребителя сельскохозяйственной техники должен быть обеспечен прежде всего возможностью приобретать высококачественные и надежные машины и оборудование, соответствующие уровню зарубежных аналогов. Как показывает мировой опыт, производство машин такого уровня возможно только при организации их последующего технического сервиса за счет фирмы-производителя. При этом приоритет прав сельских товаропроизводителей должен быть защищен не только экономически, но и законодательно.

Внедрение фирменного метода технического сервиса наряду с повышением эффективности использования машин по прямому назначению позволит минимизировать затраты на их ТО и ремонт в сочетании с разработкой экономических механизмов взаимоотношений между предприятиями АПК и стимулированием привлечения предприятий технического сервиса и заводов-изготовителей к обеспечению работоспособности машин и оборудования сельских товаропроизводителей.

Выполнение работ по ТО и ремонту должно основываться на технико-экономической целесообразности их распределения между предприятиями и подразделениями технического сервиса различных производственно-технологических уровней, что позволяет создать оптимальную организа-

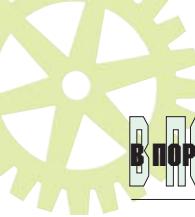
ционную структуру сети предприятий технического сервиса с оптимальным уровнем технологичности процессов и специализации производства при минимальных капиталовложениях.

Особое внимание должно уделяться внедрению высокоэффективных и ресурсосберегающих технологий и средств технического сервиса. Наибольшее применение должен получить агрегатный метод ремонта машин с организацией ремонта агрегатов на высокотехнологичных предприятиях технического сервиса, обеспечивающих повышение их надежности и качества.

Создание и развитие сети предприятий производственно-технического и технического сервиса в АПК должно осуществляться по инициативе и с участием сельских товаропроизводителей, что позволит объективно сформулировать их требования к технике и техническому сервису и определить задачи и критерии оценки деятельности обслуживающих предприятий. Это в полной мере относится к созданию (реанимации) как ремонтно-обслуживающего производства, так и вертикально-интегрированной системы инженерно-технического обеспечения.

Реализация отмеченных направлений технического сервиса в АПК требует современного информационно-технологического обеспечения, максимального использования накопленных знаний, научного поиска и решения сложных оптимизационных задач технического оснащения предприятий и моделирования их функционирования в современных экономических условиях. Разработка автоматизированных банков данных и современных программных средств обеспечивает решение этих задач на новом качественном уровне с выбором оптимальных направлений развития системы технического сервиса в целом, форм и методов организации высокоэффективного функционирования предприятий технического сервиса и обслуживаемых сельских товаропроизводителей.

Данные направления развития технического сервиса в сельскохозяй-



ственных предприятиях АПК требуют создания благоприятных технических, организационных и экономических условий со стороны государства, предприятий сельхозмашиностроения, технического сервиса и поставщиков материально-технических и энергетических ресурсов; разработки механизма реализации стратегии, что, в свою очередь, требует разработки тактических шагов в ее реализации.

Тактика реализации приведенных стратегических направлений развития современного технического сервиса в АПК Российской Федерации должна основываться на базе накопленных знаний, включающей в себя результаты теоретических исследований, обобщение передового отечественного и зарубежного опыта. Сложившаяся кризисная экономическая ситуация в АПК указывает на необходимость определения объективных причин, по которым производственные и обслуживающие предприятия агропромышленного комплекса оказались убыточными, а

также путей перехода к началу стабилизации и росту объемов производства как сельскохозяйственной продукции, так и продукции и услуг технического характера.

Таким образом, состояние материально-технической базы АПК и необходимость ускоренного ее развития требуют концентрации усилий всего научно-технического потенциала страны, разработки и внедрения межотраслевой технологической платформы «Инженерно-техническая система АПК», стратегической целью деятельности которой будет технологическая модернизация сельскохозяйственного и промышленного производства в направлении повышения их конкурентоспособности в рыночных условиях функционирования и вступления во Всемирную торговую организацию.

#### Список

#### использованных источников

1. Кушнарев Л.И. К обоснованию направлений эффективного использования машинно-тракторного парка пред-

приятий АПК //Международный технико-экономический журнал. 2009. №4. С. 38–42.

2. Кушнарев Л.И. К обоснованию параметров модернизации ремонтно-технической базы предприятий, эксплуатирующих сельскохозяйственную технику //Международный технико-экономический журнал. 2009. №3. С. 42–46.

3. Кушнарев Л.И. К реализации стратегии развития Российской экономики // Международный технико-экономический журнал. 2010. № 5. С. 21–28.

### **Creation of Engineering and Technical System of the Agro-Industrial Complex of the Russian Federation**

**L.I. Kushnaryov**

**Summary.** The article presents the substantiation of necessity, objectives, basic principles of development and creation of engineering and technical system of the agro-industrial complex of the Russian Federation.

**Key words:** agro-industrial complex, engineering and technical system, priority, authority, technical services, energy saving technologies.

## Информация

### Комбайны CLAAS собирают в Херсоне

В 2013 г. Херсонский машиностроительный завод приступит к выпуску зерноуборочных комбайнов CLAAS. До конца года планируется собрать 100 комбайнов TUCANO 440. Первое время машины будут собираться из деталей, произведенных в Германии. После переоснащения предприятия часть необходимых комплектующих будет производиться на херсонском заводе.

Министр аграрной политики и продовольствия Украины Николай Присяжнюк на встрече с представителями компании CLAAS отметил, что «вопрос сельхозмашиностроения в Украине сегодня поднят на высший государственный уровень, и мы планируем реализовывать эту задачу путем совместного производства зерноуборочных комбайнов. Мы довольны нашим сотрудничеством с немецкой компанией CLAAS».

Самоходные зерноуборочные комбайны TUCANO соответствуют самым высоким требованиям по производительности, надежности, качеству работы, минимизации затрат труда и топлива, адаптированности к условиям уборки. Они пригодны для работы в любых климатических условиях во всех регионах, благодаря чему повсеместно находят широкое применение в уборке зерновых и бобовых культур.



По словам регионального директора CLAAS в Украине Томаса Клауснитцера, «комбайн, который изготавливается в Херсоне, должен иметь стопроцентно такое же качество, как комбайн, который изготавливается в Германии. Для нас это принципиально». Инвестиционное сотрудничество Украины с компанией CLAAS реализуется в рамках национального проекта «Зерно Украины».

PR-агентство «Медиапроект»



**Только оригинальные запасные части!  
CLAAS ORIGINAL.**

**100**  
100 лет инноваций и успеха.  
[100.claas.com](http://100.claas.com)

**CLAAS**

**Быстро. Надежно. С гарантией.**

Оригинальные запасные части CLAAS ORIGINAL – это основа надежной и долгосрочной эксплуатации Вашей техники. По наличию и приобретению оригинальных запасных частей в Вашем регионе обратитесь к официальному дилеру CLAAS.

ООО КЛААС Восток: г. Москва, тел. +7 (495) 644 13 74 [www.claas.ru](http://www.claas.ru)



УДК 631.35

# Метод обоснования рациональных составов уборочно-транспортных комплексов для уборки зерновых культур

**А.И. Бурянов,**

д-р техн. наук, проф., зав. отделом,

**М.А. Бурянов,**

канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,

**Ю.О. Горячев,**

канд. техн. наук, ст. науч. сотр.

(ГНУ СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии)

vniptim07@mail.ru

**Аннотация.** Приведен метод обоснования составов уборочно-транспортных комплексов для уборки зерновых культур, позволяющий учитывать влияние номенклатуры, сроков и объемов работ, выполняемых при производстве продукции полеводства.

**Ключевые слова:** метод, модель, обоснование, объект-представитель, уборочно-транспортный комплекс, зерновые.

При разработке новой техники для выполнения уборочных работ, комплектовании уборочно-транспортных комплексов (УТК) из имеющегося на рынке широкого набора технических средств возникает проблема корректной оценки их экономической эффективности. Часто при обосновании нового состава УТК оценку его эффективности осуществляют на моделях, в которых учитываются объемы работ, только непосредственно связанных с уборочным процессом.

Междутем в состав уборочно-транспортных комплексов (УТК) входят: зерноуборочные комбайны с различными адаптерами; жатвенные агрегаты; в зависимости от принятой схемы организации перевозок полевые

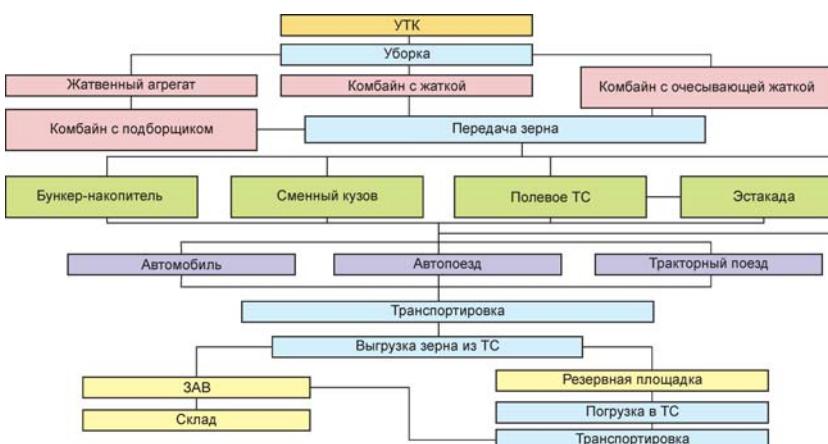
сборочно-перегрузочные машины, линейные транспортные средства, включающие в себя автомобили, автомобильные и тракторные поезда и различные варианты стационарных погрузочно-разгрузочных и складских комплексов. Схема уборочно-транспортного процесса при различных способах уборки, прямых перевозках зерна от комбайнов и с использованием полевых сборочно-перегрузочных устройств представлена на рис. 1.

Представленные на схеме комбайны и стационарная часть комплекса могут использоваться при уборке и заготовке не только колосовых культур, но и кукурузы на зерно, масличных и технических культур, а тракторы и автомобили – в течение всего сельскохозяйственного года. Поэтому при разработке новых универсальных технических средств и адаптеров к ним оценку их эффективности необходимо выполнять с учетом круглогодичного использования [1]. Впервые этот подход был реализован в работе [2]. При этом учет годовой загрузки техники выполняли путем наложения на реальные хозяйства, а реализуемое ядро оптимизации в математической модели обеспечивало получение решения в нецелочисленном виде.

Следовательно, для решения поставленной проблемы необходимо определить хозяйственный объект, адекватно отображающий механизированные процессы производства продукции полеводства, а также инструмент для определения оптимального состава и структуры его МТП. На основе изложенного была принята последовательность обоснования организационно-технологических параметров УТК, представленная на рис. 2.

Преимущественно технико-экономическое обоснование (ТЭО) технологий и техники осуществляют наложением либо на объекты-представители, севообороты которых соответствуют структуре землепользования рассматриваемой зоны с дальнейшей экстраполяцией результатов [3], либо на типовые зональные севообороты [4].

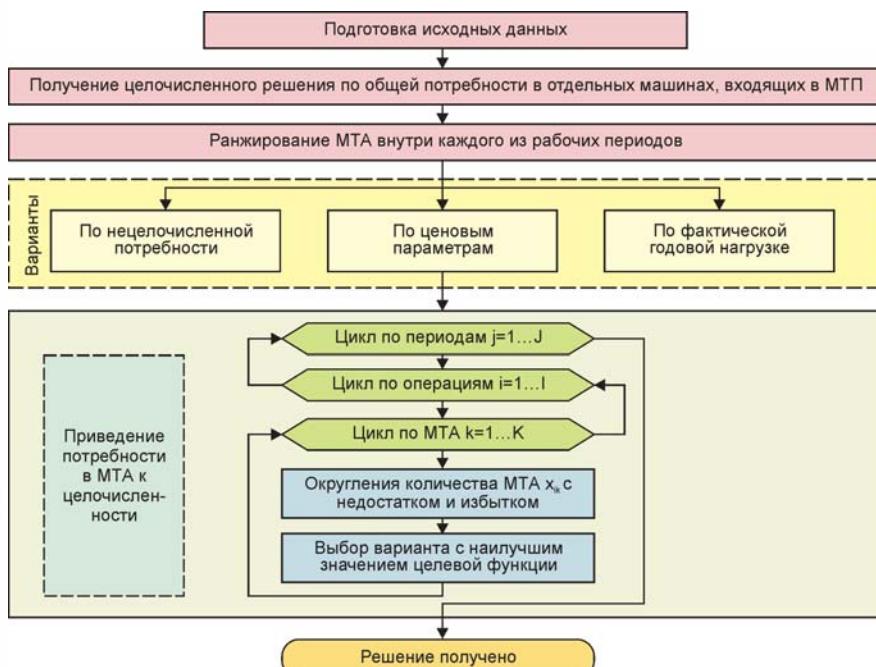
В практических расчетах для обоснования объектов наложения применяют анализ и выбор типовых севооборотов, рекомендуемых зональными НИИ и представляемых в региональных системах земледелия. Преимущество данного метода – четко оговоренное чередование культур,



**Рис. 1. Варианты реализации уборочно-транспортного процесса (УТП) техническими средствами УТК**



**Рис. 2. Схема последовательности обоснования организационно-технологических параметров УТК при уборке зерновых колосовых культур для южных регионов России**



**Рис. 3. Блок-схема алгоритма полностью целочисленной оптимизации машинно-тракторного парка**

вследствие чего однозначно определяются системы обработки почвы в зависимости от предшественников.

Центральным элементом рассматриваемой системы технико-экономического обоснования технологий и машин является блок оптимизации машинно-тракторного парка, результат работы которого позволяет судить о величинах сравниваемых параметров различных вариантов технологических комплексов. В настоящее время различные варианты оптимизационных моделей хорошо отработаны и практически реализованы. Однако реальное применение таких моделей выявило ряд недостатков, требующих устранения.

В качестве модернизируемой принята модель, разработанная во ВНИПТИМЭСХ [5]. Алгоритм усовершенствованной модели оптимизации МТП с приведением потребности в МТА к целочисленности представлен на рис. 3.

Совершенствование модели заключается во введении дополнительного требования целочисленности не только суммарной потребности в технике определенной марки, но и количества машинно-технологических агрегатов на выполнении отдельных операций в соответствующие периоды полевого сезона, что обусловлено следующими соображениями. Традиционно модели оптимизации МТП ориентированы на определение номенклатурного и количественного состава парка машин и лишь отчасти – на использование последнего в течение полевого периода. Считается приемлемой ситуация, когда на выполнении операции задействовано дробное количество агрегатов.

Расчеты технико-экономических показателей выполняются именно с учетом нецелочисленной потребности, т.е. агрегат работает неполную смену (если допустить, что потребное количество МТА составляет 0,75 ед., а продолжительность смены – 10 ч, то фактическое время работы – 7,5 ч). Именно на это количество рассчитываются составляющие прямых эксплуатационных затрат (зарплата механизаторов и подсобных рабочих, расход топлива, затраты на ремонт и реновацию). В реальных технологических картах присутствуют только целочисленные количества МТА, что соответствует реальному сельхозпроизводству, и показатели затрат на выполнение механизированных работ рассчитываются на целые величины потребности. В реальном процессе МТА, отработав меньшее число десятичасовых смен, мог быть направлен

на другие работы, выполняемые в этот период. Поэтому существующий подход не вполне корректен. Еще одним фактором, который необходимо учитывать, является согласование количества агрегатов на взаимосвязанных по времени выполнения и применению машин работах.

С учетом изложенного предложена модель оптимизации состава МТП, которая имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 & \sum_{g=1}^G \left( \sum_{f=1}^F S_{fg} Y_{fg} H_{fg} - \sum_{f=1}^F \sum_{v=1}^V R_{fv} S_{fg} H_{vg} - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K C_{ijk} x_{ijk} \right) \\
 & - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J P_{ijg} Z_{ijg} - DP \cdot XP \cdot \\
 & \cdot (1 + DC)^{-g} - \sum_{n=1}^N X N_n \cdot U_n - \sum_{s=1}^S X S_s \cdot U_s \rightarrow \max .
 \end{aligned} \tag{1}$$



Необходимо определить максимум чистого дисконтированного дохода хозяйства при соблюдении следующих групп ограничений:

1. Все объемы работ должны выполняться в заданные агросроки:

$$\sum_{k=1}^K \omega_{ijkg} x_{ijkg} t_{ijg} + Z_{ijg} - Q_{ijg} \geq 0, \quad \forall i, \forall j, \forall g. \quad (2)$$

2. Потребность в энергомашинах любого типа в каждом периоде не должна превышать общего их количества в составе парка (балансовое уравнение):

$$\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \alpha_{ikn} \beta_{ijn} x_{ijkg} - XN_n \leq 0, \quad \forall n, \forall j, \forall g. \quad (3)$$

3. Аналогичное ограничение накладывается на количество сельхозмашин всех марок в составе МТП:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \alpha_{iks} \beta_{jjs} x_{ijkg} - XS_s \leq 0, \quad \forall s, \forall j, \forall g. \quad (4)$$

4. Подобное ограничение определяет необходимое количество механизаторов для выполнения всего комплекса работ:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \alpha_{ik} x_{ijkg} - XP \leq 0, \quad \forall j, \forall g. \quad (5)$$

5. Искомые переменные должны иметь неотрицательные значения:

$$x_{ijkg} \geq 0, \quad XN_n \geq 0, \quad XS_s \geq 0, \quad XP \geq 0 \quad (6)$$

6. Целочисленность искомых переменных:

$$XN_n, XS_s, XP - \text{целые}, \quad (7)$$

$$x_{ijpg} - \text{целые}, \quad (8)$$

где  $I, J, K, F, V$  – количество соответственно технологических операций, расчетных периодов, машинно-тракторных агрегатов, культур, расходных материалов;  $G$  – продолжительность реализации проекта, лет;

$N, S$  – номенклатура энергомашин и сельхозмашин;

$XN, XS$  – количество соответственно энергомашин и сельхозмашин;  $XP$  – потребность в механизаторах;

$C_{ijkg}$  – прямые эксплуатационные издержки на выполнение  $i$ -й операции  $k$ -м машинно-тракторным агрегатом в  $j$ -м периоде;

$x_{ijkg}$  – количество  $k$ -х МТА, занятых на  $i$ -й операции в  $j$ -м периоде;

$DP$  – стоимость закрепления механизатора;

$W_{ijkg}$  – суточная производительность  $k$ -го МТА на  $i$ -й операции в  $j$ -й период;

$t_{ij}$  – продолжительность  $i$ -й операции в  $j$ -й период;

$Z_{ijg}$  – объем  $i$ -й операции, выполняемой в  $j$ -м периоде;

$\alpha_{ikn}, \alpha_{iks}$  – количество машин в составе МТА;

$\alpha_{ik}$  – количество механизаторов на МТА;

$\beta_{ijn}, \beta_{jjs}$  – признак возможности использования машины на данной операции;

$S_{fg}, Y_{fg}, \Pi_{fg}$  – соответственно площадь, урожайность и цена реализации продукции на  $f$ -м поле;

$R_{vg}$  – расход  $v$ -го материала на  $f$ -м поле;  
 $H_{vg}$  – цена  $v$ -го материала;  
 $Z_{ijg}$  – объем  $i$ -й операции в  $j$ -й период, выполняемый сторонней организацией;

$P_{ij}$  – стоимость выполнения сторонней организацией единицы работ на  $i$ -й операции в  $j$ -й период;

$DC$  – ставка дисконтирования.

Предложенная модель реализована в виде алгоритмно-программного комплекса, включающего в себя блок введения и подготовки исходных данных, собственно ядро оптимизации, и пакет сервисных программ, обеспечивающих просмотр и анализ результатов технико-эксплуатационных и экономических показателей функционирования машин и их комплексов на отдельных операциях, производственных процессах и выполнении машинно-тракторным парком всего объема работ в полеводстве в целом.

В качестве примера приведены результаты оптимизации состава УТК для объекта-представителя южной подзоны Ростовской области по трем вариантам. В первом варианте сначала определяли оптимальный состав МТП объекта-представителя, затем из полученного решения выделяли технические средства, задействованные на уборке зерновых культур, и их показатели эффективности. Во втором – приведен расчет оптимального состава УТК только при выполнении работ на уборке зерновых культур. В третьем – определяли МТП, для которого жестко зафиксирован состав УТК, рассчитанный по второму варианту. Результаты расчетов приведены в табл. 1 и 2.

**Таблица 1. Характеристики оптимальных УТК для уборки зерновых колосовых по сравниваемым моделям**

Показатели	Вариант 1 (оптимизация всего состава МТП)	Вариант 2 (оптимизация только состава УТК)
Число используемых машин:		
«Torum-740»	5	6
«Acros-530»	4	2
«Вектор»	1	1
КамАЗ	11	11
МТЗ-1221+ЗПТС-6,5	1	1
Эксплуатационные затраты на уборку, тыс. руб.	8323	10231
Расход ГСМ, т	32,1	31,7
Затраты труда, чел.-ч	2968	2780

Из табл. 1 видно, что составы комплексов и показатели их использования существенно различаются. Второй вариант отличается от первого большим количеством комбайнов Торум с высокой пропускной способностью. Однако перечисленная в таблице техника (вариант 1) используется и на других операциях годового производственного цикла (уборка кукурузы, подсолнечника; тракторы – на почвообработке и др.), при выполнении которых фактическая годовая загрузка машин отличается



**Таблица 2. Показатели эффективности двух вариантов оптимизации состава МТП для объекта-представителя южной подзоны Ростовской области**

Показатели	Вариант 1	Вариант 3	Прирост показателей
Прямые эксплуатационные затраты, тыс. руб.	26936	27404	468
Капитальные вложения (стоимость МТП), тыс. руб.	121201	122458	1257
Расход ГСМ, т	270	276	6
Затраты труда, чел.-ч.	20839	20228	-611
Годовая прибыль, тыс. руб.	45196	44807	389
Чистый дисконтированный доход, тыс. руб.	119917	116585	3332

от нормативной, в данном случае в большую сторону, что снижает величины зависящих от нее показателей – отчисления на капитальный и текущий ремонты, реновацию, т.е. основные составляющие прямых эксплуатационных затрат. В результате затраты снижаются, что, в свою очередь, приводит к улучшению целевой функции. В данном случае при сравнительном анализе важно различие показателей, а не их абсолютные значения.

Как видно из таблиц, в конкретном случае и состав УТК, и показатели эффективности МТП, вычисленные по разным методам, отличаются. Разница в эффективности будет выше, если будут применяться более энергоемкие и ресурсозатратные технологии почвообработки, посева и ухода за возделываемыми культурами. При оптимизации МТП, кроме заработной платы механизаторов, в модели учитывалась стоимость их закрепления в размере 150000 руб/г на одного механизатора. Необходимость учета затрат на закрепление механизаторов объективно существует в регионах Ростовской области и Ставропольского края, испытывающих нехватку высококвалифицированных кадров. При отсутствии дефицита рабочей силы ЧДД по первому варианту выше на 10,2%, чем по третьему, и составляет 132148 тыс. руб.

Предложенный метод может использоваться как для обоснования состава УТК, так и для разработки плана рационального использования имеющегося в хозяйстве МТП на текущий год. В этом случае на конкурс выставляется только техника, имеющаяся в хозяйстве. При необходимости доукомплектования парка новыми эффективными техническими средствами вводится жесткое ограничение на обязательное применение имеющихся технических средств и допускается выставление на конкурс машин, реализуемых на рынке.

#### Список использованных источников

1. ГОСТ Р 53056-2008. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. Введ. с 01.01.2009. Т51. М.: Стандартинформ, 2009. 22 с.

2. **Бурянов А.И.** Технология, организация и планирование перевозок грузов на сельскохозяйственных предприятиях: монография. Зерноград: «РИО ФГОУ ВПО АЧГА», 2010. С. 267.

3. **Кушнарёв А.П., Горячев Ю.О.** Обоснование концепции поэтапного обновления МТП сельскохозяйственных товаропроизводителей Краснодарского края //Сб. науч. тр. ГНУ ВНИПТИМЭСХ. Зерноград, 2006: Инновационные процессы в развитии животноводства: исследования, реализация, анализ. С. 170-180.

4. **Бершицкий Ю.И., Горячев Ю.О., Проданова Н.А.** Анализ границ эффективности средств механизации растениеводства в условиях юга Ростовской области //Сб. научных трудов. Зерноград, 2001: Разработка механизированных технологий и технических средств нового поколения – основа перевооружения АПК. С. 239-252.

5. **Горячев Ю.О.** Обоснование состава и границ эффективности технического оснащения растениеводства: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.20.01. Зерноград, 1999. 20 с.

#### A Method of Justification of Rational Harvesting and Transport Structure Complexes for Grain Crop Harvesting

**A.I. Buriyanov, M.A. Buriyanov, Yu.O. Goryachev**

**Summary.** The article presents A method of justification of harvesting and transport structure complexes for grain crop harvesting enabling to take into account the influence of range, timing and volume of work performed when growing field crops.

**Key words:** method, model, justification, object- representative, harvesting and transport complex, cereals.





УДК 621.793.71

# Технологии высокоскоростного напыления

Ю.А. Кузнецов,

д-р техн. наук, проф.,  
зав. кафедрой,

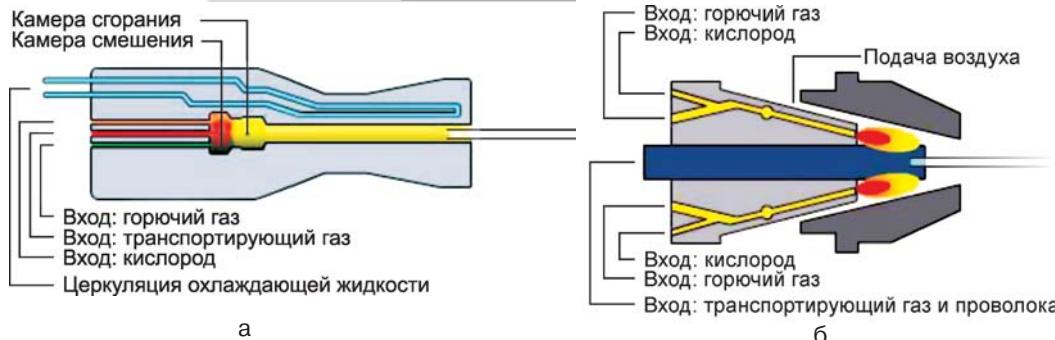
kentury@rambler.ru;

В.В. Гончаренко,

канд. техн. наук, доц.

(ФГБОУ ВПО ОрелГАУ)

vovanii@rambler.ru



**Рис. 1. Конструктивные особенности горелок при различных способах газотермического напыления:**

- а – при сверхзвуковом газопламенном напылении;  
б – при дозвуковом газопламенном напылении

**Аннотация.** Приведена типовая технологическая схема нанесения покрытий высокоскоростным напылением, даны основные характеристики наиболее распространенных современных установок для напыления, представлены результаты исследований некоторых характеристик покрытий, приведены примеры использования технологии.

**Ключевые слова:** технология, газотермическое напыление, высокоскоростное напыление, покрытие, установка, адгезия, микроструктура, твердость, износ.

Газотермические способы напыления покрытий в России наиболее активно начали развиваться с конца 1950-х годов, когда в ремонтном производстве и промышленности стали возникать задачи упрочнения деталей машин, нанесения защитных и толстослойных покрытий, способных компенсировать износ деталей, получения новых материалов и др. [1-5].

Современные способы газотермического напыления можно разделить на две основные группы: обычное (дозвуковое) напыление и сверхзвуковое.

**Сверхзвуковое газопламенное напыление (СГПН)** – это новый способ, базирующийся на непрерывном сжигании горючего газа с кислородом с целью получения высокоскоростной (сверхзвуковой) струи на выходе из горелки. Порошковый материал вводится в газовый поток, которым он нагревается, ускоряется (обычно более пяти скоростей звука) и направляется на обрабатываемую деталь. Рабочий процесс в сверхзвуковой напылитель-

ной горелке аналогичен рабочему процессу в ракетном двигателе [6-8].

СГПН основано на использовании сверхзвуковых струй продуктов сгорания углеводородных топлив. Топлива сжигаются в горелках при повышенных давлениях, обеспечивающих критический перепад давлений на сверхзвуковых соплах (рис. 1, а). Этот метод отличается от традиционного газопламенного напыления, при котором топливо сжигается во внешнем факеле при атмосферном давлении (рис. 1, б).

Высокоскоростное газопламенное напыление считается наиболее современной технологией. В странах Европы и Северной Америки оно во многих отраслях практически вытеснило гальванику и методы вакуумного напыления. Твердосплавные покрытия, нанесенные высокоскоростным напылением, значительно превосходят гальванические, процесс создания которых является чрезвычайно канцерогенным.

Метод высокоскоростного газопламенного напыления HVOF изобретен в 1958 г. в компании «Union Carbide», но впервые был применен только в 1980-х годах, после того, как James Browning (США) изобрел установку для высокоскоростного напыления. Лицензии на установку были переданы «Cabot Corporation», затем «Deloro Stellite», чья Jet Cote

стала первой распространенной установкой. Вслед за этим многие компании предложили собственные версии установок: Diamond Jet от «Sulzer Metco», JP-5000 от TAFA, K2 от GTV, что способствовало быстрому распространению технологии. В 1992 г. J. Browning запатентовал метод HVAF как более дешевую альтернативу HVOF [7].

Таким образом, существуют два вида высокоскоростного газопламенного напыления, различающиеся природой применяемого для сжигания топлива и окислителя: высокоскоростное воздушно-топливное и высокоскоростное кислородно-топливное напыление.

**Высокоскоростное воздушно-топливное напыление (ВВТН, в англоязычной литературе используется термин HVAF-spaying как аббревиатура от High Velocity Air Fuel)** основано на разгоне и нагреве частиц напыляемого материала в высокотемпературном высокоскоростном потоке продуктов сгорания углеводородного топлива в сжатом воздухе. Ускорение и нагрев напыляемых частиц газовым потоком происходят в протяженном разгонном канале горелочного устройства, являющегося составной частью газодинамического тракта. Специальное профилирование разгонного канала позволяет обеспечить необходимые энергетические характеристики ча-

стиц. В качестве топлива применяются горючие газы (метан, пропан, водород) или жидкое горючее (керосин, дизельное топливо). Максимальная температура, достигаемая в камере сгорания горелочного устройства, составляет около 2200К, максимальная скорость истечения газового потока – 1800 м/с [6, 7]. Эта технология позволяет производить напыление практически любых металлических и полимерных материалов, допускающих нагрев до пластического состояния в воздушной среде, а также твердых сплавов на основе карбида вольфрама. Характерные значения скорости напыляемых частиц находятся в диапазоне 300-600 м/с в зависимости от их плотности и требуемого уровня нагрева. Достоинства метода – экономичность, производительность и высокое качество получаемых покрытий. Наиболее высокое качество имеют нанесенные методом ВКТН покрытия из алюминия, цинка, меди, их сплавов и смесей. Технология высокоскоростного воздушно-топливного напыления оптимальна для нанесения антикоррозионных покрытий на крупногабаритные стальные изделия в полевых условиях.

**Высокоскоростное кислородно-топливное напыление** (ВКТН, в англоязычной литературе используется термин HVOF-spraying как аббревиатура от High Velocity Oxygen Fuel) основано на разгоне и нагреве частиц напыляемого материала в высокотемпературном высокоскоростном потоке продуктов сгорания углеводородного топлива в кислороде. Ускорение и нагрев напыляемых частиц газовым потоком происходят либо в свободной струе, либо в разгонном канале горелочного устройства. При температуре в камере сгорания 3300К и скорости истечения газового потока, превышающей 2300 м/с, метод позволяет наносить покрытия из большинства существующих тугоплавких материалов, в том числе металлокерамики, оксидной и безоксидной керамики, а также их сложных композиций. Характерные значения скорости напыляемых частиц находятся в диапазоне 400-900 м/с (в зависимости от их плотности и требуемого уровня

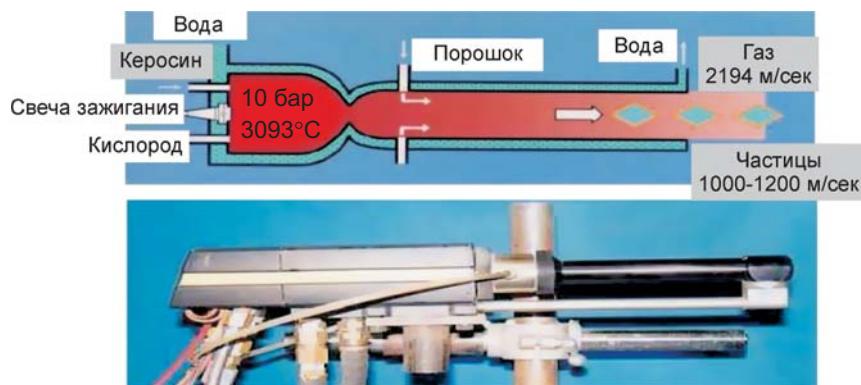


Рис. 2. Схема высокоскоростного порошкового распылителя

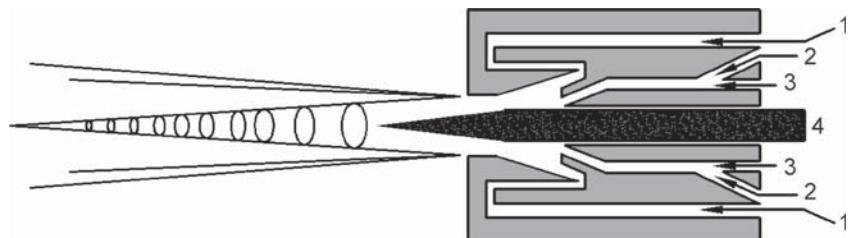


Рис. 3. Схема высокоскоростного проволочного распылителя:  
1 – сжатый воздух; 2 – топливо; 3 – кислород; 4 – проволока

нагрева). Технология ВКТН наиболее подходит для создания функциональных (износостойких, теплозащитных, электроизоляционных и др.) покрытий на относительно дорогостоящих деталях машин [4].

Установки для высокоскоростного газопламенного напыления основаны на классической схеме жидкостного реактивного двигателя (ЖРД) со скоростью газового потока более 2000 м/с [1]. При этом плотность напыляемых покрытий достигает 99%. В качестве наносимого материала используют порошки карбидов, металлокарбидов, сплавов на основе Ni, Cu и др. Высокая скорость напыляемых частиц обеспечивается достаточно большой скоростью продуктов сгорания, обусловленной высоким давлением в камере сгорания (до 1-1,5 МПа), а также введением в конструкцию соплового аппарата сопла Лаваля.

На рис. 2 представлена классическая схема порошкового распылителя системы сверхзвукового ГПН [7].

Содержание оксидов в покрытии при газопламенном проволочном напылении меньше, чем при порошковом. Это важно для получения плотных коррозионно-стойких по-

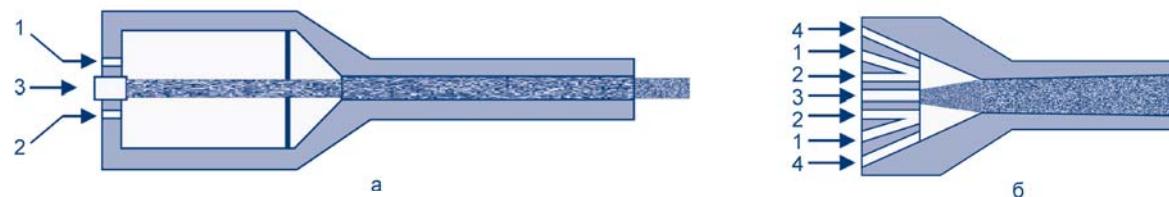
крытий. Однако относительно малая скорость частиц не обеспечивает плотного формирования покрытий. Поверхность частиц успевает окислиться. Поэтому особенностью конструкции проволочного СГПН-распылителя является то, что камера сгорания приближена к выходному отверстию сопла (рис. 3) [1].

Увеличение скорости частиц при меньшей их температуре позволило снизить уровень окисленности частиц и увеличить плотность порошкового покрытия. В порошковых распылителях СГПН первого и второго поколений использовалось цилиндрическое сопло (рис. 4, а).

Давление в камере сгорания систем первого поколения (Jet Cote, CDS, Top Gun 6, Diamond Jet и др.) составляло 0,3-0,5 МПа, скорость частиц – 450 м/с для порошка WC-Co грануляцией 10-45 мкм.

В системах второго поколения соответственно 0,6-1 МПа и 600-650 м/с для порошка WC-Co грануляцией 10-45 мкм. Расход порошка – около 10 кг/ч.

В системах третьего поколения применяются расширяющиеся профильные сопла Лаваля (рис. 4, б). К таким системам относятся установки

**Рис. 4. Сопла, используемые при СГПН:**

а – цилиндрическое; б – расширяющееся (сопло Лаваля): 1 – кислород; 2 – керосин; 3 – порошок; 4 – воздух (азот)

высокоскоростного напыления ТСЗП-НVOF-2001, GTV K2 и др. Расход порошка – до 18 кг/ч.

Проведен сравнительный анализ особенностей современного оборудования в области сверхзвукового газопламенного напыления. Приведенные данные полезны при выработке направлений технического развития и для принятия решения об использовании определенного вида оборудования на предприятии.

В настоящее время на российском рынке представлены зарубежные установки для высокоскоростного напыления Intelli-Jet (фирма «Шторм-ИТС»), DJ Hybrid (немецкое отделение фирмы «Sulzer Metco») и др.

Современные установки – Top Gun K, JP-5000, OSU Carbide Jet, DJ2600/2700, Intelli-Jet работают при давлении в камере сгорания 0,6–1 МПа, а увеличение скорости струи продуктов сгорания до сверхзвуковой происходит внутри горелки. Это обеспечивает повышение скорости частиц до 800 м/с [6-7]. Кроме того, эффективность теплопередачи частицам выше, чем у установок более ранних выпусков, что увеличивает производительность напыления при сравнимых расходах газов. Сравнение покрытий, выполненных с помощью данных установок, показывает, что по пористости, адгезии, микротвердости лучшие показатели у JP-5000, DJ2600/2700, Intelli Jet.

Более подробный анализ современных установок и установки первого поколения Top Gun показывает, что все они стабильны в работе, оснащены компьютеризированными блоками управления и соответствуют требованиям электро- и пожаробезопасности. Они различаются видами применяемых газов и порошков, а также схемами их подачи.

В установках JP-5000 и Diamond Jet Hybrid (DJ2600/2700) в камеру сгорания подают кислород и горючий газ. Отличаются они конструктивным исполнением устройств подачи порошка, схемами смешения газов и видами горючего газа. Для JP-5000 – это керосин, для Diamond Jet Hybrid – пропан, пропилен, этилен (DJ2700) или водород (DJ2600). Предусмотрено водяное охлаждение, в DJ-установках – теплонаагруженные узлы дополнительно охлаждаются воздухом. Интенсивная теплоотдача стенкам сопла и ствола при водяном охлаждении обуславливает высокие энергетические потери струи продуктов сгорания. Это вынуждает снижать

производительность для поддержания уровня качества.

Intelli Jet отличается использованием воздуха как в качестве окислителя, так и в качестве охлаждающей среды. Горючие газы – пропан, пропилен. Для повышения эффективности камера сгорания оснащена каталитическим элементом, а распыляющая струя дополнительно подогревается в каскадном сопле.

Из табл. 1 видно, что наиболее технологична установка Intelli-Jet. Она не требует использования кислорода в качестве окислителя и водяного охлаждения.

Анализ данных по производителям [7] (табл. 2) показывает, что установка

**Таблица 1. Расход эксплуатационных материалов за 1 ч работы [1, 7]**

Материалы		Intelli-Jet	JP -5000	DJ2700	Top Gun
Кислород, м <sup>3</sup>		-	60	18	21
Сжатый воздух, м <sup>3</sup>		300	-	23	-
Топливо	вид	Пропилен	Керосин	Пропилен	Пропилен
	расход, кг	30	21	17	16
Азот, м <sup>3</sup>		0,96	1,2	1,08	1,02
Вода на охлаждение, м <sup>3</sup>		-	1	0,72	0,72

**Таблица 2. Выходные параметры установок для сверхзвукового газопламенного напыления (распыляемый материал – WC-10Co-4Cr [1, 6,7])**

Показатели	Intelli-Jet	JP-5000	DJ2700	Top Gun
Средняя скорость частиц, м/с	775	665	570	420
Максимальная температура частиц, К	1543	2078	2253	2573
Производительность напыления, кг/ч	26	12	9	2,1
Коэффициент использования распыляемого материала, %	68	40	64	60
Относительная стоимость напыления (включая затраты на запчасти, топливо, окислительный газ и порошок; покрытие толщиной 0,5 мм, площадью 1 м <sup>2</sup> )	1	2,5	1,6	1,7



Intelli-Jet обеспечивает наибольшие скорости частиц, а максимальные их температуры на 100 градусов ниже точки плавления кобальта, составляющего матрицу сплава. Это приводит к снижению окисления частиц и дает возможность повысить производительность напыления. Повышение производительности и коэффициента использования порошка в Intelli-Jet обусловлено эффективностью многоступенчатой схемы горения смеси и особенностю ввода порошка в струю. Соотношение затрат на расходные материалы обеспечивает для Intelli-Jet снижение в 1,6-2,5 раза относительной стоимости покрытий.

Анализ технического уровня рассматриваемых установок показал, что DJ Hybrid, GP-5000 и Intelli-Jet позволяют наносить покрытия примерно одинакового уровня качества. По технологичности, производительности, относительным затратам на формирование покрытия наиболее предпочтительна установка Intelli Jet.

Одна из лучших универсальных российских установок высокоскоростного газопламенного напыления – ТСЗП-НВОФ-К2. Данный комплекс оборудования предназначен для нанесения износостойких, коррозионностойких, уплотнительных покрытий из карбидов вольфрама и хрома, металлов и сплавов,nanoструктурированных материалов способом сверхзвукового газопламенного напыления.

Скорость потока на выходе из сопла данной установки составляет 7-9 скоростей звука. Благодаря возможности получения малопористых покрытий с высокой адгезией установка широко используется для решения

задач оптимизации производства, замены гальванического хромирования, никелирования, детонационного, вакуумного и ионно-плазменного напыления.

#### Характеристика покрытий, формируемых ТСЗП-НВОФ-К2

Твердость по Виккерсу для Wc/Co (88/12)	1100 HV
Пористость для Wc/Co (88/12), %	< 1
Адгезия для Wc/Co (88/12), МПа	> 80

Комплекс портативного технологического оборудования СГН-1 (Россия) предназначен для сверхзвукового газопламенного напыления качественных покрытий с высокими адгезией, твердостью, плотностью, низкой пористостью, а также для сверхзвуковой резки (включая флюсовую).

#### Характеристика покрытий, формируемых СГН-1 [7]

Пористость, %	не более 2
Адгезия, МПа	50-80 (до 100)
Толщина, мм	0,1-1,5 (до 5)

Для работы с данным оборудованием необходимо иметь только баллоны с горючим газом и кислородом, и водопровод (либо емкость с водой объемом 500 л и насос).

По эксплуатационным затратам, сложности использования, требуемой квалификации обслуживающего пер-

сонала СГН-1 соответствует серийно выпускаемым дозвуковым горелкам для газопламенного напыления, но позволяет повысить качество покрытия в 2-5 раз.

По эффективности данное оборудование эквивалентно современному плазменному технологическому оборудованию (при снижении стоимости покрытия в 1,5-2 раза) [4, 6].

Структурная схема комплекса приведена на рис. 5. В отличие от западных аналогов (Jet Kote II – «Deloro Stellite GmbH», Diamond Jet – «Sulzer Metco», TOPGUN – GTV, JP- 5000 – «Praxair») СГН-1 является переносным и предназначен для массового потребителя. Комплекс может эксплуатироваться на любом участке для газовой резки (сварки) и даже в полевых условиях имеет расширенные функциональные возможности – кроме напыления может резать высоколегированную сталь, чугун, цветные металлы, его стоимость существенно ниже, примерно в 20 раз.

Покрытия, полученные высокоскоростными способами, в отличие от дозвуковых, характеризуются более высокими эксплуатационными характеристиками, могут наноситься на изделия сложной формы, изготовленные практически из любых металлов и сплавов.

Типовая технологическая схема нанесения покрытий высокоскоростным газотермическим напылением представлена на рис. 6.

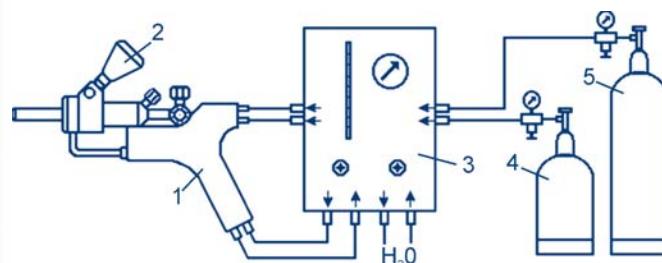
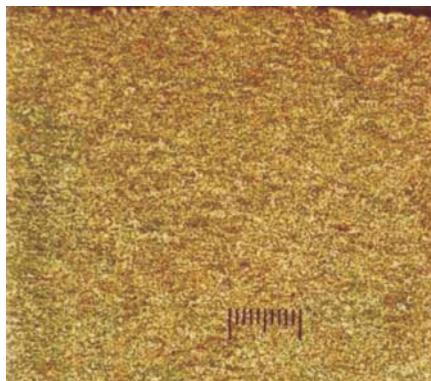


Рис. 5. Структурная схема комплекса СГН-1:

- 1 – сверхзвуковая горелка;
- 2 – контейнер для напыляемого порошка;
- 3 – пульт управления;
- 4 – баллон с горючим газом;
- 5 – баллон с кислородом



Рис. 6. Технологическая схема нанесения покрытий высокоскоростным газотермическим напылением



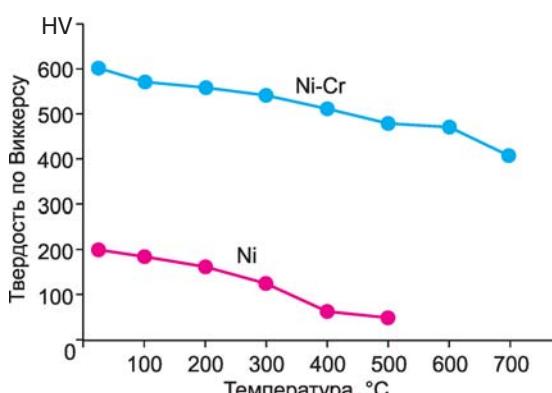
**Рис. 7. Микроструктура покрытия Ni-Cr, полученного сверхзвуковым газопламенным напылением (шкала, мм)**

Широкий спектр используемых материалов, высокая производительность и оптимальные характеристики покрытий, полученных высокоскоростным газопламенным напылением, позволяют эффективно использовать данный метод для нанесения антикоррозионных и износостойких покрытий в различных сферах. Они успешно заменяют электролитический хром, устойчивы к высокотемпературной коррозии в агрессивных средах, могут использоваться в ремонтном производстве, авиации и энергетике для паровых и газовых турбин, эффективно работают в условиях интенсивного абразивного изнашивания.

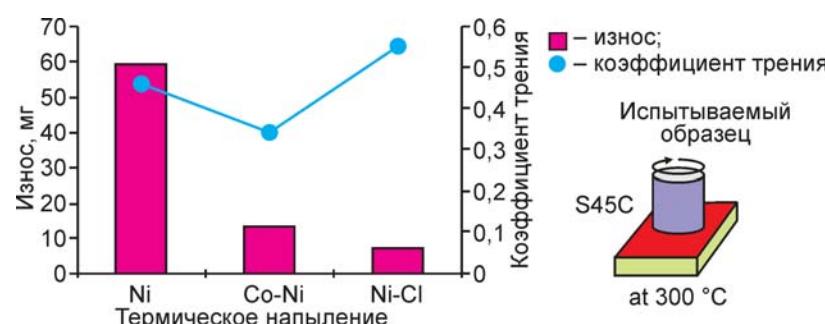
В рамках практического использования высокоскоростных газотермических методов напыления интересен опыт японской фирмы «Mishima Cosan», которая использует сверхзвуковое газопламенное напыление для нанесения покрытий на стенки кристаллизаторов установок непрерывной разливки стали. Данная технология позволяет получать плотные покрытия стабильного качества, которые могут заменить гальванические на основе никеля [7]. Микроструктура формируемых покрытий представлена на рис. 7. Некоторые характеристики покрытий Ni-Cr, полученных сверхзвуковым напылением, и гальванических покрытий Ni приведены в табл. 3. При повышенных температурах твердость Ni-Cr – газотермического покрытия также значительно выше, чем у Ni – гальванопокрытия (рис. 8).

**Таблица 3. Сравнение некоторых характеристик покрытий [7]**

Покрытие	Твердость, HV	Теплопроводность, Ккал/ м.ч. град
Ni-Cr, полученное сверхзвуковым напылением	600	10
Ni, полученного гальваническим способом	200	72



**Рис. 8. Твердость Ni-Cr-газотермического покрытия (HVOF) и Ni-гальванопокрытия при повышенных температурах**

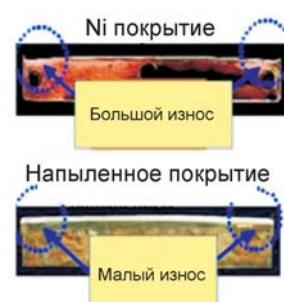
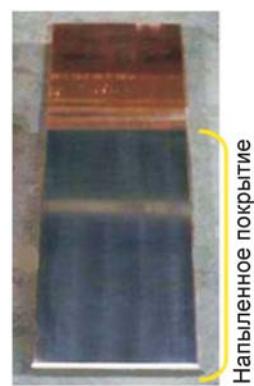


**Рис. 9. Сравнение показателей износа и коэффициента трения Ni-Cr-газотермического покрытия (HVOF), Co-Ni- и Ni-гальванопокрытий при высокотемпературных испытаниях**

Сравнение покрытий, полученных HVOF, и гальванических покрытий по износу и коэффициенту трения при повышенных температурах показывает аналогичные зависимости (рис. 9). Из приведенных данных видно, что износостойкость покрытий, полу-

ченных сверхзвуковым газопламенным напылением, значительно выше износостойкости гальванических. Общий вид образцов, прошедших испытания, представлен на рис. 10 [7].

Сверхзвуковые способы напыления получают широкую поддержку среди специалистов-производ-



**Рис. 10. Общий вид образцов, прошедших испытания**



ственников в области восстановления и упрочнения изношенных деталей, увеличения износостойкости, защиты изделий от коррозии, повышения тепло- и электропроводности. По этим направлениям интенсивно ведутся теоретические и экспериментальные исследования как в России, так и за рубежом. Вместе с тем многие факторы формирования покрытий еще недостаточно изучены.

Дальнейшие перспективы развития высокоскоростных способов напыления обусловлены, прежде всего, возможностью получения покрытий с физико-механическими и эксплуатационными свойствами, недоступными для гальванических и традиционных газотермических методов напыления, надежностью, простотой, компактностью применяемого

оборудования, высокой производительностью и др.

#### Список использованных источников

1. Балдаев Л. Х., Борисов В. Н., Вахалин В.А. Газотермическое напыление: учебное пособие для вузов / Под общ. ред. Л.Х. Балдаева. М.: Маркет ДС, 2007. 344 с.
2. Кузнецов Ю.А. Краткий обзор оборудования для сверхзвукового газопламенного напыления // Міжвузівський збірник (за галузями знань «Машинобудування та металлообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство»). Луцьк: ЛНТУ, 2011. Випуск 33: Наукові нотатки . С. 110-114.
3. Кузнецов Ю.А. Ресурсосберегающие технологии газотермического напыления при ремонте машин // Вестник ОрелГАУ. №1(16). 2009. С. 13-15.
4. Черноиванов В.И., Голубев И.Г. Восстановление деталей машин (состояние и перспективы). М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 371 с.
5. Голубев И.Г., Табаков П.А. Опыт восстановления деталей для сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2013. №3. С. 39-40.
6. Холодное газодинамическое напыление. Теория и практика / А.П. Алхимов [и др.]. Под ред. В.М. Фомина. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 536 с.
7. Кузнецов Ю.А., Гончаренко В.В., Кулаков К.В. Инновационные способы газотермического напыления покрытий: монография. Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2011. 124 с.
8. Кузнецов Ю.А., Кулаков К.В., Батищев А.Н. Новые способы газотермического напыления покрытий // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2008. №7. С. 34-36.

#### **Technologies of High-Speed Spraying**

**Yu.A. Kuznetsov, V.V. Goncharenko**

**Summary.** The article describes a typical process flow sheet of coating by high-speed sputtering. The key specifications of the most widespread modern spraying machines, the researches results of some coatings characteristics and examples of used technologies are given.

**Keywords:** technology, gas-thermal sputtering, high-speed sputtering, coating, adhesion, spraying machine, microstructure, hardness, wear and tear.

## Информация

### **ООО «Русский кролик» строит планы на будущее**

Основными направлениями деятельности ООО «Русский кролик» (Костромская обл.), образованного в 2010 г., являются разведение кроликов и производство кроличьего мяса.

С 2011 г. хозяйство реализует инвестиционный проект по созданию кролиководческого комплекса закрытого типа. Построена и введена в эксплуатацию первая кролиководческая ферма общей площадью 1900 м<sup>2</sup> на 1200 голов маточного поголовья (общее поголовье единовременного содержания – 15000 голов) с производством 125 т кроличьего мяса в год. В настоящее время маточное поголовье составляет 3 тыс. голов при общем поголовье 10-20 тыс. голов калифорнийской и новозеландской белой пород. Еженедельно хозяйством производится более 7 т мяса.

В перспективе планируется создать холдинг, обладающий полными технологическими циклами бизнес-инкубатора и крупного промышленного производства, состоящего из трех комплексов мощностью по 900 т мяса в год каждый. Предполагается собственное производство



кормов, проектируются ветеринарная служба, убойный цех и собственное перерабатывающее производство. В результате реализации данного проекта предусмотрено создание 85 дополнительных рабочих мест.

**Пресс-служба Минсельхоза России,  
Департамент животноводства и племенного дела**



УДК 662.636

# Современная методика определения равновесных продуктов сгорания биоэнергетических топлив

**А.А. Долинский,**

д-р техн. наук, проф.,

акад. НАН Украины, директор

(Институт технической теплофизики

Национальной академии наук Украины);

**Ю.В. Курис,**

канд. техн. наук, доц.,

член-корр. Академии инженерных наук Украины

(Запорожская государственная инженерная академия)

analytik@rambler.ru;

**Н.А. Гуревич,**

канд. техн. наук, доц.,

(Институт газа НАН Украины)

**Аннотация.** Предложен алгоритм подготовительных операций для компьютерного расчета равновесных продуктов сгорания сухого и влажного биогаза с примесями сероводорода и аммиака.

**Ключевые слова:** биогаз, равновесные продукты сгорания, влияние микропримесей и влажности.

Рассмотрим влияние микропримесей и влажности биогаза на термодинамически равновесные продукты его сгорания. В биогазе основными микропримесями являются сероводород и аммиак, содержание которых находится в пределах:  $H_2S = 500 \text{ ppm}$ ,  $NH_3 = 100 \text{ ppm}$  [1]. Однако выполнить ввод данных по содержанию микропримесей или водяного пара в биогазе непосредственно в программу компьютерного расчета термодинамических параметров [2] невозможно, так как такая операция просто не предусмотрена в меню пользователя. Поэтому термодинамический анализ продуктов сгорания реального биогаза, несмотря на наличие современных входных данных (табл. 1), связан с определенными трудностями, для решения которых необходимо выполнить соответствующие подготовительные операции.

Раскроем алгоритм подготовительных операций на конкретном примере. Рассмотрим сухой четырехкомпонентный биогаз следующего состава в объемных долях:  $X_{CH_4} = X_1 = 0,5996$ ,  $X_{CO_2} = X_2 = 0,3998$ ,  $X_{H_2S} = X_3 = 0,0005$  и  $X_{NH_3} = X_4 = 0,0001$ . Структурная формула биогаза с примесями запишется следующим образом:

$$\begin{aligned} C(0,5996 + 0,3998)H(4 \cdot 0,5996 + 2 \cdot 0,0005 + 3 \cdot 0,0001) \\ O(2 \cdot 0,3998)S(0,0005)N(0,0001) = \\ = CO,9994 H2,3997 O0,7996 S0,0005 N0,0001. \end{aligned}$$

Как видно, структурная формула реального биогаза содержит пять элементов  $C$ ,  $H$ ,  $O$ ,  $S$  и  $N$  в определенной пропорции. Определим теплоту образования этого слож-

ного топлива. Перейдем от объемных долей компонентов  $X_{1,2,3,4}$  к их массовым долям  $Y_{1,2,3,4}$  с помощью молекулярного веса  $M_{1,2,3,4}$ , так как при атмосферном давлении все компоненты можно считать идеальными газами, для которых плотность  $\rho_u \sim M_u$ . Согласно правилу аддитивности формула перехода от  $X_i$  к  $Y_i$  имеет вид

$$Y_i = X_i \cdot M_i / \sum_1^4 X_i \cdot M_i , \quad (1)$$

откуда получаем  $Y_1 = Y_{CH_4} = 0,35318$ ,  $Y_2 = Y_{CO_2} = 0,64613$ ,  $Y_3 = Y_{H_2S} = 0,00063$  и  $Y_4 = Y_{NH_3} = 0,00006$ . Находим теплоту образования четырехкомпонентного биогаза:

$$\Delta H_F = \sum_1^4 \Delta H_{fi} \cdot Y_i =$$

$$\begin{aligned} &= -4\,651,3 \cdot 0,35318 - 8\,942,1 \cdot 0,64613 - 604,1 \cdot 0,00063 - \\ &- 2\,697,8 \cdot 0,00006 = -1\,642,7(CH_4) - 5\,777,8(CO_2) - \\ &- 0,38(H_2S) - 0,16(NH_3) = -7421 \text{ КДж/кг}. \end{aligned}$$

Сравним этот результат с аналогичными параметрами модельного биогаза:  $X_{CH_4} = 0,6$ ,  $X_{CO_2} = 0,4$ ;  $Y_{CH_4} = 0,3535$ ,  $Y_{CO_2} = 0,6465$ , для которого теплота образования составляет:

$$\begin{aligned} \Delta H_F &= 4651,3 \cdot 0,3535 - 8942,1 \cdot 0,6465 = \\ &= 1644,2 - 5781,1 = -7425,3 \text{ кДж/кг}. \end{aligned}$$

Как видно, реальный и условный биогаз имеют практически одинаковую теплоту образования и поэтому теоретическая температура горения тоже будет одинаковой. Таким образом, микропримеси не влияют на теоретическую температуру горения биогаза.

Водяной пар является малой примесью, которая в отличие от микропримесей существенно влияет на горение биогаза. В стандартных условиях ( $20^\circ\text{C}$ , атмосфера-

**Таблица 1. Термодинамические параметры компонентов, входящих в биогаз [3]**

Вещество	Формула	Масса моля, кг/кмоль	Стандартная теплота образования, $\Delta H_f$	
			кДж/кмоль	кДж/кг
<b>Главные составляющие, % об.</b>				
Метан	CH <sub>4</sub>	16,043	- 74 621	- 4 651,3
Диоксид углерода	CO <sub>2</sub>	44,010	- 393 540	- 8 942,1
Водяной пар	H <sub>2</sub> O	18,015	- 241 815	- 13 423
<b>Микропримеси, ppm</b>				
Сероводород	H <sub>2</sub> S	34,082	- 20 590	- 604,1
Аммиак	NH <sub>3</sub>	17,031	- 45 947	- 2697,8



ное давление) содержание водяного пара в состоянии насыщения составляет для природного газа  $g(20^\circ\text{C}) = 17,3 \text{ г}/\text{м}^3$ , или 2,3% об. При увеличении температуры соответственно уравнению Клайперона влагосодержание газов стремительно растет:

$$g(t) = g(20^\circ\text{C}) \exp[(\Delta h/R)(t - 20)/293(273 + t)], \quad (2)$$

где  $\Delta h = 43630 \text{ кДж}/\text{кмоль}$  – теплота испарения воды;  $R = 8,314 \text{ кДж}/(\text{кмоль}\cdot\text{К})$  – универсальная газовая постоянная.

Например, насыщенный влагой биогаз в мезофильном режиме работы биореактора в диапазоне температур сбраживания 25–38°C [4] соответственно выражению (2) имеет влагосодержание в пределах от  $g(28^\circ\text{C}) = 23,4 \text{ г}/\text{м}^3$  (3,1% об.) до  $g(38^\circ\text{C}) = 48,7 \text{ г}/\text{м}^3$  (6,5% об.). Принимая, что типичный биогаз содержит 4% об. водяного пара, находим структурную формулу влажного биогаза:

$$\begin{aligned} C(0,38 + 0,58)H(4 \cdot 0,58 + 2 \cdot 0,0394)O(2 \cdot 0,38 + 0,0394) \\ N(0,0001)S(0,0005) = \\ = C0,96 H2,3988 O0,7994 S0,0005 N0,0001. \end{aligned}$$

Поскольку микропримеси практически не влияют на теплоту образования биогаза в формуле (1) остаются три ( $X_{CH_4} = X_1 = 0,58$ ,  $X_{CO_2} = X_2 = 0,38$ ,  $X_{H_2O} = X_3 = 0,04$ ) из пяти компонентов, для которых получаем:  $Y_1 = Y_{CH_4} = 0,3479$ ,  $Y_2 = Y_{CO_2} = 0,6252$  и  $Y_3 = Y_{H_2O} = 0,0269$ . Этим долям соответствует теплота образования влажного биогаза:

$$\begin{aligned} \Delta H_F = \sum_1^3 \Delta H_{fi} \cdot Y_i = \\ = -4651,3 \cdot 0,3479 - 8942,1 \cdot 0,6252 - 13423 \cdot 0,0269 = \\ = -1618,2 - 5590,6 - 361,1 = -7569,9 \text{ кДж}/\text{кг}. \end{aligned}$$

На данном этапе подготовительные операции завершены и можно воспользоваться программой ASTRA-4/pc для определения термодинамических параметров продуктов сгорания сухого и влажного биогаза (табл. 2). Из таблицы видно, что микропримеси не влияют на теоретическую температуру горения из-за очень малого содержания (ppm) сероводорода и аммиака. Отличие заключается только в появлении оксидов серы ( $SO_2 = 76 \text{ ppm} \approx 200 \text{ мг}/\text{м}^3$ ) в составе продуктов сгорания. Теоретическая температура горения влажного биогаза снижается (при-

мерно на 7 градусов). Изменения в составе продуктов сгорания также незначительны и не требуют комментариев.

Теоретическая температура горения  $T_b$  является определяющим параметром, который экспоненциально влияет на скорость горения, выход оксидов азота и другие важнейшие характеристики биогаза. Поэтому следует найти аналитическую связь между температурой  $T_b$  и содержанием главных балластных примесей, а именно  $CO_2$ ,  $H_2O$  и  $N_2$ . Поставленную задачу целесообразно формализовать с помощью простых структурных формул. Для смеси метана с различными примесями  $D \equiv CO_2$ ,  $H_2O$  или  $N_2$  имеем: для диоксида углерода –  $C1H4(1-B)O2B$ , для водяного пара –  $C(1-B)H(4-2B)OB$ , для азота –  $C(1-B)H4(1-B)N2B$ , где  $B$  – объемная доля примесей метана, которая может изменяться от 0 до 1.

Доля массы метана  $Y_{CH_4}$  в смеси с примесью  $D$ :

$$Y_{CH_4} = [1 + M_D B / (1 - B) M_{CH_4}]^{-1}. \quad (3)$$

Энтальпия образования топлива  $\Delta H_F$  связана с энтальпией чистых веществ, метана  $\Delta H_f CH_4$  и примеси  $\Delta H_{fD}$  уравнением:

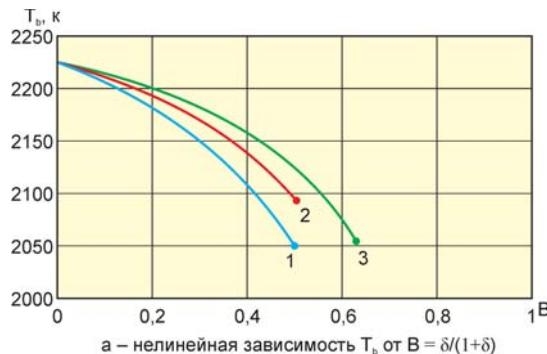
$$\Delta H_F = Y_{CH_4} \Delta H_f CH_4 + (1 - Y_{CH_4}) \Delta H_{fD}. \quad (4)$$

В данном случае можно использовать стандартные значения энтальпии (см. табл. 1). Пользуясь структурными формулами, уравнениями (3, 4) и программой ASTRA-4/pc, определяем влияние примесей  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $N_2$  на теоретическую температуру горения стехиометрической смеси метана (см. рисунок). Зависимость температуры  $T_b$  от доли примеси в метане является нелинейной (см. рис. а). Но для любой примеси  $D$  существует линейная зависимость между  $T_b$  и соотношением объемов  $\delta = D/CH_4$  (см. рис. б),

$$T_b(D) = T_b(CH_4) - \Delta T_D \delta = T_b(CH_4) - \Delta T_D B / (1 - B), \quad (5)$$

так как по определению  $B = \delta / (1 + \delta)$ .

Зависящий от типа примеси  $D$  коэффициент пропорциональности  $\Delta T_D$  сохраняет постоянное значение в достаточно узких пределах, обозначенных на рис. а реперными точками 0 ( $T_b = 2225 \text{ K}$  – стехиометричес-



**Влияние примесей  $CO_2$ ,  $H_2O$  и  $N_2$  на теоретическую температуру горения биогаза  $T_b$ .**

а – нелинейная зависимость  $T_b$  от  $B = \delta/(1+\delta)$ ; б – линейная зависимость  $T_b$  от  $\delta = B/(1-B)$

Реперные точки: 0 (2225 K), 1 ( $\Delta T_{CO_2} = 176 \text{ K}$ ), 2 ( $\Delta T_{H_2O} = 130 \text{ K}$ ), 3 ( $\Delta T_{N_2} = 101 \text{ K}$ )





**Таблица 2. Термодинамические параметры продуктов сгорания условного и реального биогаза (стехиометрическая смесь с воздухом)**

Параметры	Условный биогаз	Реальный биогаз	
		сухой	влажный
<b>Состав биогаза, % об.</b>			
Метан	60	59,96	58
Диоксид углерода	40	39,98	38
Водяной пар	0	0	3,94
<b>Микропримеси, ppm</b>			
Сероводород	0	500	500
Аммиак	0	100	100
<b>Определяющие входные и выходные параметры</b>			
Структурная формула	C1 H2,4 O0,8	C0,9994 H2,3997 O0,7996 S0,0005 N0,0001	C0,96 H2,3988 O0,7994 S0,0005 N0,0001
Теплота образования, кДж/кг	- 7421	- 7425,3	- 7 569,9
Теоретическая температура горения, К	2104,4	2103,8	2096,8
<b>Равновесные (диссоциированные) продукты сгорания, % об.</b>			
H <sub>2</sub> O	17,5	17,5	18
CO <sub>2</sub>	14,1	14,1	14
CO	0,72	0,72	0,68
O <sub>2</sub>	0,35	0,35	0,33
<b>Равновесные активные частицы, ppm</b>			
H	134	134	128
OH	1567	1567	1526
O	84	84	78
<b>Равновесные оксиды азота, ppm</b>			
NO	1191	1192	1146
NO <sub>2</sub>	0,23	0,23	0,22
N <sub>2</sub> O	0,06	0,06	0,06
<b>Равновесные оксиды серы, ppm</b>			
SO <sub>2</sub>	0	74	76
SO <sub>3</sub>	0	0,2	0,2

кая смесь метана с воздухом) и 1, 2, 3 соответственно  $D \equiv CO_2, H_2O, N_2$ . За пределами обозначенного диапазона коэффициент пропорциональности  $\Delta T_D$  несколько уменьшается, но эта тенденция одинакова для всех примесей. Поэтому соотношение

$$\Delta T_{CO_2} B_{CO_2} / (1 - B_{CO_2}) = \Delta T_{N_2} B_{N_2} / (1 - B_{N_2}) = \Delta T_{H_2O} B_{H_2O} / (1 - B_{H_2O}),$$

где  $\Delta T_{CO_2} = 176 \text{ K}$ ,  $\Delta T_{H_2O} = 130 \text{ K}$ ,  $\Delta T_{N_2} = 101 \text{ K}$ , остается достаточно точным практически во всем диапазоне важных для практики значений показателя  $B$ . Таким образом, снижение теоретической температуры горения во влажном биогазе ( $BG \equiv biogas$ ) можно определить аналитически:

$$\Delta T_b(BG_{H_2O}) = \Delta T_{H_2O} B_{H_2O} / (1 - B_{H_2O}) = 130 \cdot 0,04 / (1 - 0,04) = 7,5 \text{ K},$$

что совпадает с данными компьютерных расчетов (см. табл. 2), откуда имеем  $\Delta T_b(BG) = T_b(BG, dry) - T_b(BG, wet) = 2103,8 - 2096,8 = 7 \text{ K}$ . В случае, когда биогаз одновременно содержит определенные доли  $CO_2, H_2O$  и  $N_2$ , в формуле (5) вместо  $\Delta T_D B / (1 - B)$  следует пользоваться суммой  $\sum \Delta T_D B_D / (1 - B_D)$ .

С точки зрения практического использования биогаза его нельзя транспортировать в сетях природного газа [5] из-за высокого содержания в нем сероводорода, которое не должно превышать в товарном газе 20 мг/м<sup>3</sup> (13 ppm), а в магистральном – 7 мг/м<sup>3</sup> (4 ppm), так как при наличии влаги это приводит к развитию коррозии газопроводов, арматуры и приборов, а также загрязняет атмосферу токсичным  $SO_2$  ( $\text{ГДК} = 0,5 \text{ мг}/\text{м}^3$ ), образующимся при сжижении биогаза. Согласно ДСТУ 4516:2006 [4] в типичном биогазовом блоке необходимо предусмотреть оборудование для очистки биогаза от вредных примесей.

\* \* \*

Таким образом, разработан алгоритм подготовительных операций компьютерного расчета термодинамически равновесных продуктов сгорания сухого и влажного биогаза с примесями сероводорода и аммиака.

При этом установлено, что микропримеси не влияют на теоретическую температуру горения биогаза. Водяной пар является малой примесью, которая в отличие от микропримесей оказывает влияние на температуру горения биогаза.

Установлена аналитическая связь между теоретической температурой горения биогаза и содержанием главных балластных примесей ( $CO_2, H_2O$  и  $N_2$ ).

#### Список использованных источников

1. Майстренко А.Ю., Курис Ю.В. Эволюция и опыт использования альтернативных энергоносителей в двигателях внутреннего сгорания // Новости энергетики. 2009. № 8. С. 19-28.

2. Трусов Б.Г. Моделирование химических и фазовых равновесий при высоких температурах (ASTRA-4/pc). М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1994. 50 с.

3. Трусов Б.Г. Программа термодинамического расчета состава произвольных гетерогенных систем, а также их термодинамических и транспортных свойств (TERRA), файл INFO, Редакция 2.6, 2003.

4. Возобновляемые источники энергии. Установки биогазовые. ДСТУ 4516: 2006. Изд-во Украина, 2007. 8 с.

5. Топильницкий П.И. Первичная переработка природных и нефтяных газов и газоконденсата: учеб. пособие. Изд-во Национального университета «Львовская политехника», 2005. 260 с.

#### Modern Methods of Determination of Equilibrium Combustion Products of Bioenergy Fuels

A.A. Dolinsky, Yu.V. Kuris, N.A. Gurevich

**Summary.** The algorithm of preparatory operations for computer calculation of equilibrium combustion products of dry and wet biogas with impurities of hydrogen sulfide and ammonia is proposed.

**Key words:** biogas, equilibrium combustion products, influence of trace contaminants and moisture.



**100**  
100 лет инноваций и успеха.

## Основа Вашего успеха.

В 2025 году население нашей планеты достигнет почти 8 миллиардов человек. Современная сельскохозяйственная техника поможет обеспечить возрастающий спрос на продукты питания. Высокотехнологичная продукция фирмы CLAAS используется в 140 странах. В компании работает 9000 сотрудников, и производство размещено на 11 заводах во многих странах мира. Оборот компании составляет 3,4 миллиарда евро.

На территории России работают сбытовая компания ООО Клаас Восток в Москве и производственное объединение ООО «КЛААС» в Краснодаре.

### В Москве открыты следующие вакансии:

- Руководитель центра подержанной техники в России
- Менеджер по финансированию сбыта
- Менеджер по продукту (тракторы)
- Специалист по логистике
- Тренер по системам автоматического управления техникой и программному обеспечению

Если Вам интересны наши вакансии, прсылайте резюме на английском или русском языке в отдел персонала на электронный адрес Ирины Гридневой [irina.gridneva@claas.com](mailto:irina.gridneva@claas.com)

[www.claas.ru](http://www.claas.ru)

**CLAAS** |||||

**9 - 12 октября 2013**

**Россия, Москва,**

Всероссийский выставочный центр



**Крупнейшая международная выставка  
сельхозтехники в России**

**Широкий спектр техники от ведущих  
сельхозмашиностроителей**



**В рамках агропромышленной выставки «Золотая осень»**

[www.agrotechrussia.com](http://www.agrotechrussia.com)

Тел.: +7 (495) 969 57 12  
+49 (69) 247 88 278

E-mail: [agrotechrussia@DLG.org](mailto:agrotechrussia@DLG.org)

