

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 631.35

РАЗВИТИЕ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО И КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНОСТРОЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А. И. Камко

ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь

Холдинг «ГОМСЕЛЬМАШ» современный многопрофильный производитель, выпускающий на своих предприятиях широкую номенклатуру сельскохозяйственных машин различного назначения, что позволяет обеспечить техникой все основные технологические процессы растениеводства, от комплексной обработки почвы и посева до уборки урожая.

Предприятия холдинга обладают полным комплексом современных производственных технологий. Это позволяет им самостоятельно производить основные сельскохозяйственных машин, а также лучше контролировать качество, оперативно планировать производство одновременно разных типов машин, поддерживать конкурентоспособные цены на продукцию.

Известность холдингу «ГОМСЕЛЬМАШ» принесли выпускаемые под брендом «Полесье» модельные ряды кормоуборочных и зерноуборочных комбайнов, производство которых было освоено 19 лет назад. Основной целью создания зерноуборочного комбайностроения было исключение зависимости от импорта дорогостоящей зерноуборочной техники (до 150 млн. долл. США в год). К 2004-2005 гг. «Гомсельмаш» в объеме потребностей АПК стал производить зерноуборочные комплексы КЗР-10 «Полесье-Ротор» и самоходный комбайн КЗС-7, созданный по заказу Минсельхозпрода. На этом этапе была создана конструктивно-технологическая база для дальнейшего развития зерноуборочной техники «Полесье». «Лидагропроммаш» в этот период организовал производство комбайнов «Лида-1300».

Второй этап развития белорусского комбайностроения (2005 – 2015 гг.) характеризовался расширением номенклатуры и усилением экспортного потенциала комбайнов «Полесье». Эффективность эксплуатации уборочной техники как для Республики Беларусь, так и для основных зарубежных рынков, стали определять последовательное повышение урожайности, культуры сельскохозяйственного производства и его укрупнение на фоне обострения демографической ситуации на селе (дефицит механизаторов). Были разработаны и поставлены на производство базовые модели КЗС-812, КЗС-10К и КЗС-1218, соответствующие актуальным потребностям рынков. Поставка комбайнов КЗС-1218, КЗС-812 и КЗС-10К и их модификаций на экспорт обеспечила поступление валютных средств для приобретения отдельных высококачественных комплектующих, критичных для технического уровня, у лучших мировых производителей.

За период 2005-2015 гг. в Республику Беларусь поставлено 10936 зерноуборочных комбайнов «Полесье». «Лидагропроммаш» в этот период выпустил промышленные партии комбайнов Лида-1600.

К сезону 2018 года доля зерноуборочных комбайнов отечественного производства в парке достигла 85,0%, в том числе под брендом «Полесье» - 80,4% (Рис. 1). Благодаря поставкам в первую очередь зерноуборочных комбайнов КЗС-1218 существенно увеличилась и средневзвешенная пропускная способность комбайнов, что способствовало сокращению сроков уборки и, соответственно, потерь урожая (Рис. 2).



Рис. 1 - Динамика изменения доли отечественных комбайнов в парке



Рис. 2 - Динамика изменения средневзвешенной пропускной способности единичного зерноуборочного комбайна в Республике Беларусь

Началом третьего этапа развития белорусского зерноуборочного комбайностроения можно считать создание и освоение производства вы-

сокопроизводительных комбайнов на новой платформе с шириной молотильного тракта 1700 мм и принципиально новой для отечественного комбайностроения гибридной схемой молотильно-сепарирующего устройства КЗС-1624-1. Новый комбайн занял верхнюю ступеньку по производительности модельного ряда комбайнов «Полесье». Мировая практика показывает преимущество на уборке зерновых культур комбайнов со схемой молотильно-сепарирующего устройства, где солома после обмолота перемещается в роторах по спирали. По производительности и качеству обмолота они превосходят комбайны с клавишным соломотрясом. Также такие комбайны показывают наилучшие результаты при уборке кукурузы на зерно, особенно повышенной влажности.

Комбайн КЗС-1624-1 оснащенный двумя барабанами и двухроторным соломосепаратором имеет двигатель мощностью 530 л.с. Гибридное МСУ с отлично себя зарекомендовавшей двухбарабанной системой обмолота с предварительным ускорением потока хлебной массы и двухроторным соломосепаратором, с роторами, вращающимися во встречных направлениях, и неподвижными решетчатыми деками сочетает достоинства барабанного обмолота и роторной сепарации. Система выгрузки зерна производительностью около 120 л/с из бункера вместимостью более 10 м³ позволяет быстро загружать зерном кузова автомобилей с высокими бортами, экономя время на уборке. В просторной кабине с низким уровнем шума (менее 76 дБА) созданы условия для работы комбайнера без напряжения и усталости в течение длительной смены. Высокий уровень автоматизации выполняемых процессов позволяет исключить ошибки комбайнера и обеспечить стабильную работу комбайна в изменяющихся условиях уборки. Комбайн оптимально подходит для хозяйств, которые, наряду с зерновыми, в больших объемах убирают кукурузу на зерно.

Комбайн КЗС-1624-1 имеет богатую базовую комплектацию, а также широкую номенклатуру дополнительных опций, направленных на улучшение условий труда, автоматизацию процесса уборки.

На базе этого комбайна создан комбайн с классической схемой обмолота и сепарации - КЗС-1420.

На основе технологических узлов комбайна КЗС-1624-1 организовано производство комбайна второго поколения - суперкомбайна КЗС-2124КР.

В 2016 году освоено серийное производство второго поколения наиболее востребованного зерноуборочного комбайна КЗС-1218А-1. На машине применен бункер увеличенного объема с вибродном, внедрен ряд усовершенствований, учитывающих предпочтения потребителей, машина имеет более современный внешний вид.

Для относительно небольших хозяйств освоено производство недорогих зерноуборочных комбайнов пропускной способностью 5-6 кг/с – КЗС-5, его модификация КЗС-5А, а также комбайн КЗС-575, которые оснащены двигателями мощностью 155 – 180 л.с. Предельно простая классическая система обмолота и сепарации сочетаются с эффективной жат-

кой, развитой системой автоматического контроля и применением комплектующих высокого уровня надежности.

К новинкам относятся следующие модели зерноуборочных комбайнов:

- комбайн зерноуборочный самоходный КЗС-1319 с двухбарабанным МСУ гибридного типа, с шириной тракта 1500 мм расчетной производительностью около 20 тонн в час, который по технологической схеме унифицирован с комбайнов КЗС-1624-1.

- комбайн зерноуборочный самоходный КЗС-3219КР - с двухбарабанным МСУ гибридного типа, с шириной тракта 1500 мм расчетной производительности 20-22 тонн в час. Комбайн максимально унифицирован с наиболее продаваемой моделью холдинга КЗС-1218 (КЗС-1218А-1), благодаря чему высока возможность его быстрого продвижения на рынки по доступной цене.

- унифицированный с массовым комбайном КЗС-1218А-1 комбайн КЗС-2221К с шириной тракта 1500 мм, оснащенный трехбарабанной системой обмолота.

- комбайн зерноуборочный самоходный КЗС-1119Р с МСУ роторного типа. Роторная схема обмолота и сепарации наилучшим образом применяется для бережного обмолота кукурузы, подсолнуха, а также может успешно применяться на уборке зерновых культур оптимальной влажности.

- унифицированный с массовым комбайном КЗС-1218А-1 газомоторный комбайн КЗС-4118К, по токсичности выхлопа соответствующий перспективным нормам по выбросам двигателям класса экологичности Stage V, двухбарабанный с классическим МСУ. Зарубежные аналоги зерноуборочных машин на газовом топливе отсутствуют.

Начата разработка комбайнов для малых полей Африки и Азии.

В настоящее время холдингом выпускается вся линейка зерноуборочных комбайнов пропускной способностью по хлебной массе от 5 до 16 кг/с и мощностью двигателя от 155 до 530 л.с. Кроме того, модельный ряд зерноуборочных комбайнов постоянно расширяется (Рис. 3).



Рис. 3 - Модельный ряд зерноуборочной техники холдинга «ГОМСЕЛЬМАШ»

Создание и выпуск кормоуборочной техники ведется «Гомсельмашем» с момента создания предприятия. Именно на «Гомсельмаше» в 1977 году было освоено производство первого в СССР самоходного кормоуборочного комбайна (КСК-100). Кроме того, в 1988 году впервые в практике отечественного сельхозмашиностроения «Гомсельмашем» начал производство сельхозмашины нового типа – кормоуборочного комплекса К-Г-6 «Полесье» на базе универсального энергетического средства.

Рынок самоходных кормоуборочных комбайнов промышленно развитых стран, по сравнению с рынком зерноуборочных комбайнов относительно невелик. Он характерен наличием широкой номенклатуры машин широкого диапазона энергонасыщенности от 190 до 1020 л.с. Запросы сегментов рынка существенно различаются. Для Российской Федерации с мелкотоварным животноводством еще несколько лет будут актуальными комбайны энергонасыщенностью до 300 л.с. Для них разработаны и изготавливаются в Брянске комбайны КСК-600 и его модификации с двигателем мощностью 235 л.с., а также комбайн нового поколения КВК-6025 и его модификации с двигателем мощностью 250 л.с.

Для Республики Беларусь, Аргентины, крупных хозяйств РФ производятся кормоуборочные комплексы КВК-800 нескольких модификаций энергонасыщенностью 450 л.с., выпускаются комплексы нового модельного ряда КВК-8060 и комплексы нового поколения КВК-8060-2, оснащенные двигателем мощностью 600 л.с. фирмы «LIEBHERR» экологического класса STAGE IV. В конструкции комплекса КВК-8060-2 применен ряд

инновационных решений, резко повышающий его технический уровень и, с учетом цены, делающих его лидером в конкурентной борьбе с машинами ведущих фирм.

Холдингом «ГОМСЕЛЬМАШ» освоено производство самоходных косилок КС-200 с двигателем мощностью 209 л.с, в основной комплектации имеющих валковую жатку захватом 9м, косилок самоходных КС-100 с двигателем мощностью 106 л.с., оснащенных валковой и шнековой жаткой, а также валкооборачивателем, а также организован выпуск широкой номенклатуры прицепных и навесных косилок (Рис.4).

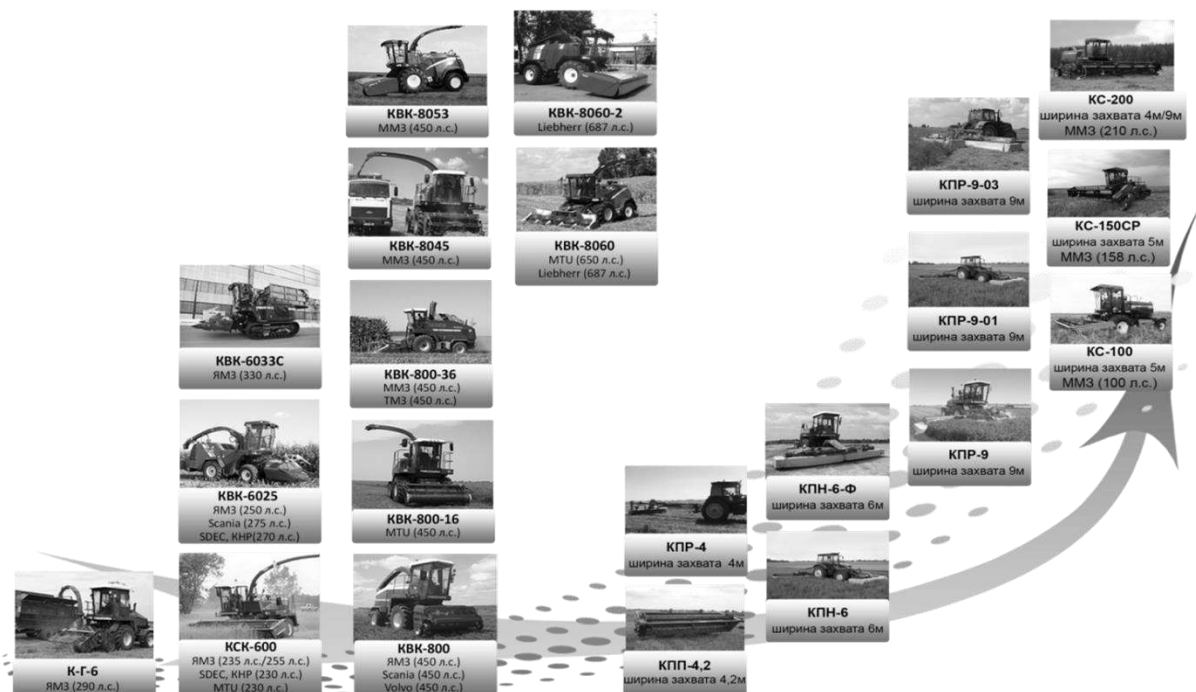


Рис. 4 - Модельный ряд кормоуборочных комбайнов и косилок холдинга «ГОМСЕЛЬМАШ»

Разработанные и выпускаемые за последние годы холдингом «ГОМСЕЛЬМАШ» отдельные машины и модельные ряды сельскохозяйственной техники, обладают техническими параметрами, учитывающими специфические условия работы в различных регионах стран экспорта, отвечают требованиям современных аграрных технологий и требованиям потребителей. Именно поэтому многие регионы Российской Федерации, Украины, Казахстана и других стран использование техники холдинга «ГОМСЕЛЬМАШ» неразрывно связывают с применяемыми технологиями эффективного сельскохозяйственного производства (Рис.5).

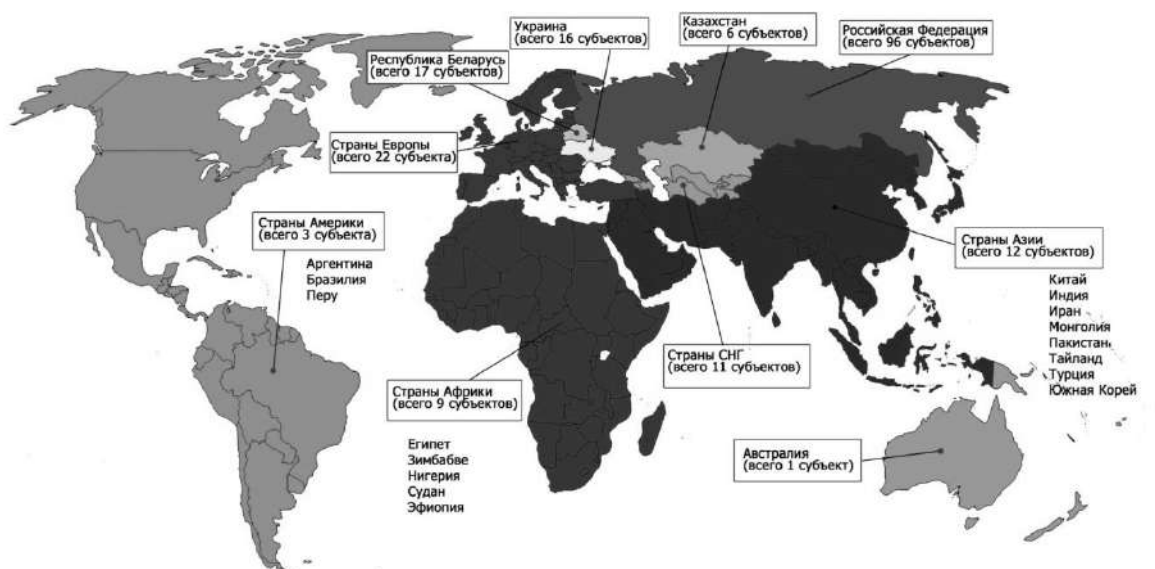


Рис. 5 - Рынки сбыта продукции холдинга «ГОМСЕЛЬМАШ»

Это явилось следствием непрекращающейся реализации политики реализации инновационных технических решений максимально учитывающих актуальные запросы потребителей при создании и модернизации техники поставляемой потребителям, как в Республику Беларусь, так и на экспортные рынки.

УДК 339.138

МАРКЕТИНГОВАЯ СТРАТЕГИЯ ХОЛДИНГА «ГОМСЕЛЬМАШ» НА ВНЕШНИХ РЫНКАХ

С.В. Михолап

ОАО «ГОМСЕЛЬМАШ», Гомель, Беларусь

В состав Холдинга «ГОМСЕЛЬМАШ» входят: ОАО «Гомсельмаш», ОАО «Гомельский завод литья и нормалей» и ОАО «Лидагропроммаш», являющиеся многопрофильными производителями, выпускающими технологически взаимосвязанную технику для уборки основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых во многих странах мира, по современным аграрным технологиям.

Отечественные предприятия, получившие относительно свободный доступ на международные рынки, столкнулись с различными экономическими барьерами, существующими при жесткой конкуренции на внешнем рынке. Организации холдинга, являющиеся основными производителями зерноуборочных и кормоуборочных машин, поставляют свою продукцию потребителям, как на внутреннем рынке, так и на рынках стран ближнего и дальнего зарубежья. Основными потребителями являются сельскохозяйственные предприятия Республики Беларусь и Российской Федерации, а также, Украины, Казахстана и Китая.

Для эффективного продвижения производимой техники на внешние рынки необходимо использовать возможности стратегии международного маркетинга, заключающейся в диверсификации рынков продаж, повышении конкурентоспособности продукции и увеличения ее экспорта.

Диверсификация рынков продаж должна быть направлена, прежде всего, на сохранение и увеличение продаж на традиционных рынках (Россия, Казахстан, Украина и Китай), а также, внедрение на новые рынки и вытеснения конкурентов. В качестве новых рынков предлагается рассмотреть страны ближнего зарубежья – Армения, Молдова, Кыргызстан, Туркменистан и Узбекистан, а также дальнего зарубежья – Чехия, Словакия, Сербия, Венгрия, Иран, Аргентина и др.

Повышение конкурентоспособности продукции должно быть направлено на расширение функциональных возможностей, повышение конкурентных преимуществ выпускаемой техники, а также, обеспечение высокого уровня сервисного обслуживания, гарантийного и послегарантийного ремонта.

Для увеличения экспортного потенциала необходимо использовать: различные финансовые инструменты; активную рекламу и пропаганду; участие в международных выставках и семинарах; проведение маркетинговых исследований по изучению экспортных рынков и стратегии конкурентов на этих рынках; совместную работу с Посольствами Республики Беларусь за рубежом и представительствами иностранных государств в Беларуси.

УДК 004.946

ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

А.С. Шантыко, В.И. Козлов, С.В. Карабанькова
НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь

Преодоление последствий мирового финансового кризиса и производственная деятельность в условиях постоянного дефицита финансовых средств требуют адекватных и эффективных решений.

Стратегические задачи развития предприятия: вывод на рынок принципиально новых образцов сельскохозяйственной техники, расширение географии рынков сбыта, реорганизация взаимодействия разработчиков и производственных подразделений предприятия для ускорения запуска в производство новых изделий, совершенствование производственной деятельности с использованием процессов разработки, базирующихся на трехмерных моделях и ассоциативно-связанных с ними электронных инженерных данных и объединяющих в единой среде коллективы конструкторов, технологов, производственников, эксплуатационников.

Внедрение программы 3D проектирования Cgeo 2.0 позволило на порядок уменьшить количество ошибок проектирования, приводящих к невозможности собрать образец вследствие наложений и пересечений деталей, организовать совместную работу компоновщиков всех уровней, повышать качество разработки в процессе проектирования.

При этом, используя все преимущества работы в едином информационном пространстве, необходимо обеспечить четкую организацию совместного труда большой группы конструкторов – разработчиков, проектировщиков, компоновщиков, расчетчиков. Слаженная и стабильная командная работа с четким разделением функциональности позволит в конечном итоге реализовать цели НТЦК ОАО «Гомсельмаш» по переходу на единую систему Windchill.

Экономический эффект ожидаемых результатов и их влияние на основные показатели деятельности предприятия оценить сложно, но вопрос внедрения современной системы управления предприятием равнозначен вопросу поступательного развития холдинга. Без наличия такой системы предприятие просто оказывается немоощным для участия в конкурентной борьбе.

Литература

1. Масютин С.А. Стратегия предприятия при переходе к «Индустрии 4.0» – Конструктор Машиностроитель – 2018. – №2. – с. 20-24.
2. Цифровая экономика: глобальные тренды и практика российского бизнеса/ [НИУ «Высшая школа экономики»].

УДК 004.946

ПРОБЛЕМЫ, РИСКИ, ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДНОГО ПЕРИОДА

А.С. Шантыко, В.И. Козлов, С.В. Карабанькова
НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь

Нормализация данных как обязательное условие для продвижения методологии «Индустрия 4.0»

Необходимым условием в инженерной подготовке производства должно стать использование 3D-моделей, которые должны быть нормализованы. Для 3D модели, у которой отсутствует чертеж в электронном виде, необходимо выполнить чертеж в Creo с обязательной выверкой по действующей конструкторской документации на бумажном носителе. При наличии несоответствий и модель, и электронный чертеж должны быть откорректированы.

Выполнять работы по актуализации 3D-моделей должен исключительно квалифицированный и компетентный конструктор, правильнее всего – конструктор по закреплению.

Квалификация персонала, готовность к изменениям и существующие проблемы

Стратегическим фактором, определяющим успех предприятия, является его кадровый потенциал, уровень квалификации сотрудников. В холдинге проводятся мероприятия по переподготовке и постоянному повышению квалификации всех категорий сотрудников, включая обучение управлению изменениями.

Проблемы предприятия, требующие неотложного решения, связаны с тем, что официальной информацией об изделии является комплект КД на бумаге. Пути решения очевидны – созданную конструктором, согласованную и утвержденную 3D-модель следует сразу же использовать технолог и по ней разрабатывать программу ЧПУ, оборудование для изготовления. И для этого есть практически все необходимые условия.

Основные направления развития информатизации в условиях переходного периода

Электронная модель изделия (ЭМИ) должна стать основным источником информации для подготовки производства и изготовления. Основным документом должен стать чертеж в электронном виде ассоциативно связанный с электронной моделью ДСЕ. Бумажный вариант КД должен существовать как справка и печататься в исключительных случаях (например, в случае большого формата).

Все модифицируемые модели ДСЕ, используемые в производстве ОАО «Гомсельмаш» перевести в электронный вид и обеспечить разработку в электронном виде всех ДСЕ новых машин, с обязательным выполнением процедуры согласования и утверждения.

Повышение уровня качества изделия путем применения требований

международного отраслевого стандарта ISO/TS 16949 и ряда дополнительных инструментов на всех этапах жизненного цикла изделия от проектирования до эксплуатации у потребителя.

Принять за правило проверку проектируемого изделия на технологичность, чтобы исключить возможные ошибки при его передаче в технологическую подготовку, сократить время выпуска изделия, снизить процент брака, предотвратить финансовые потери и повысить качество изделия.

Литература

1. Масютин С.А. Стратегия предприятия при переходе к «Индустрии 4.0» – Конструктор Машиностроитель – 2018. – №2. – с. 20-24.
2. Цифровая экономика: глобальные тренды и практика российского бизнеса/ [НИУ «Высшая школа экономики»].

УДК621.7.04:004.925.8

АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО В ГИДРАВЛИКЕ 3D ПЕЧАТЬ ИЗ МЕТАЛЛА

Тирелли Томмазо
Aidro Hydraulics, Италия

Итальянская компания Aidro Hydraulics, специализирующаяся на производстве гидравлических систем, представляет лазерное плавление 3D металлов как новую технологию в изготовлении гидравлических компонентов. Aidro являются первооткрывателями в применении аддитивной технологии в секторе гидравлики.

Помимо традиционного производства гидравлических блоков и компонентов, Aidro внедрила аддитивное производство для создания инновационных гидравлических систем. Данная новая технология 3D позволяет производить легкие и компактные компоненты, обеспечивая тем самым наилучшие результаты благодаря оптимизации внутренних каналов.

На рисунке 1 показано сравнение между традиционным блоком Aidro для мобильного применения и измененная версия, произведенная на 3D принтере по металлу.

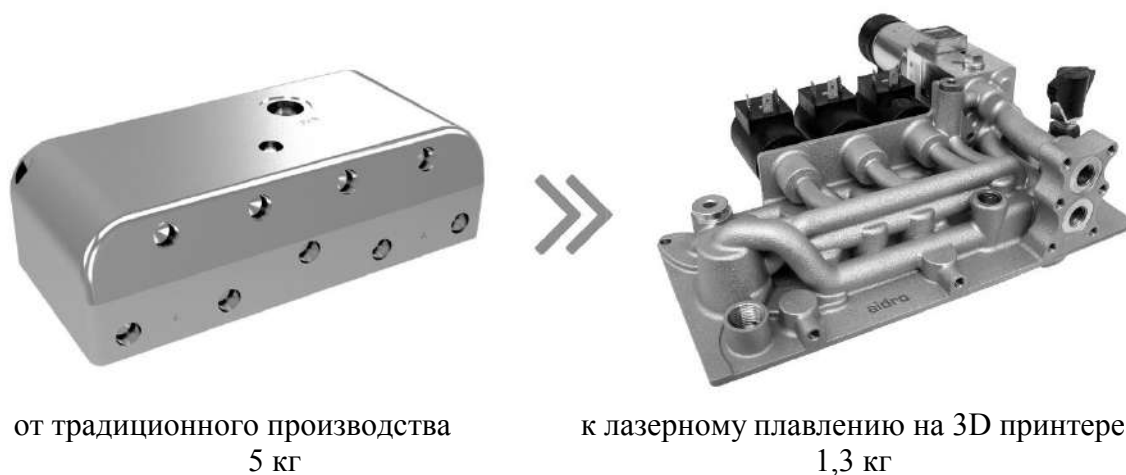


Рис.1 - Сравнение традиционного блока с версией, произведенной на 3D принтере

У данного блока те же самые функции, что и у его предшественника: он управляет цилиндром двойного действия с двумя электромагнитными клапанами и двумя управляемыми обратными клапанами. По сравнению с традиционными блоками, благодаря новому решению удалось достичь снижения веса продукта до 75% и в половину сократить размеры. В компании Aidro создан Центр решений аддитивного производства в гидравлике, где специалисты разрабатывают новые гидравлические системы, начиная от технических требований клиентов.

Производство 3D компонентов выполняется технологией прямого спекания металла лазером (DMLS) на промышленном принтере EOS.

Все компоненты 3D принтера проходят испытания и проверку.

1. Механические свойства, такие как предел прочности, удлинение, ударная вязкость и твердость также очень хорошие, даже лучше, чем у традиционных блоков.

2. Плотность материала составляет 99,7%.

3. Показатели сопоставимы или даже превышают характеристики обычных блоков, благодаря изогнутым формам внутренних каналов и устранению 90° углов пересечения.

Центр решений аддитивного производства Aidro выполняет все этапы, начиная с проектирования и заканчивая производством и тестированием, гарантируя тем самым высокое качество продукции.

Благодаря технологии аддитивного производства и свободе в проектировании, Aidro может создавать любые модульные решения.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЦЕНТРА РЕШЕНИЙ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА AIDRO:

1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ: новых гидравлических изделий сложных геометрических форм и реконструирование традиционных гидравлических компонентов для снижения веса, экономии пространства и возможность объединения нескольких частей в одну. FEM анализ и стресс-тест.

2. ПРОИЗВОДСТВО: на металлическом 3D-принтере (DMLS технология), широкий спектр высококачественных металлов. Наиболее распространенными являются нержавеющая сталь (AISI316L), и алюминий (Alsi10Mg). 3. ТЕСТИРОВАНИЕ, ИЗМЕРЕНИЕ и ОБРАБОТКА ЧПУ.

УДК 658.51

СИСТЕМА ГИАС – ИНСТРУМЕНТ ОРГАНИЗАЦИИ «ЦИФРОВОГО» ПРОИЗВОДСТВА В МАШИНОСТРОЕНИИ

П.А. Еськов, Р.С. Кадемик, Е.А. Клебанов
ООО «Техникон», Минск, Беларусь

Современное производство характеризуется постепенным переходом массового производства в область индивидуальных решений с одновременным ростом сложности выпускаемой продукции и специфических решений, определяемых конкретным пользователем.

Решение вопросов, связанных с изменениями в производстве связывают с так называемой «цифровизацией» производства, выраженному в концепциях Industry 4.0 (Германия), Intelligent Manufacturing (Китай), e-Factory (Япония), Smart Manufacturing (США).

«Цифровое» предприятие должно обеспечивать:

- анализ конструкции, моделирование параметров изделия, анализ технологичности изготовления на основании цифровой модели изделия;
- оценка возможности выполнения заказа в срок с учетом текущей загрузки производства;
- оперативное планирование и диспетчирование заказа;
- сокращение ресурсов на изготовление заказа, учет затраченных ресурсов;
- пост-продажное обслуживание и анализ работы оборудования.

Одним из элементов цифрового предприятия может стать система «ГИАС», инструментами которого являются:

- сменно-суточное задание и техническое задание в цифровом виде непосредственно на станке;
- система мониторинга режимов работы оборудования с анализом причин простоя;
- система адаптивного управления процессом резания;
- система визуального 3D представления NC-программы;
- система управления планово-предупредительным обслуживанием;
- система анализа потребления энергоресурсов станком;
- система контроля доступа и учета рабочего времени операторов станка;
- система анализа режимов резания и времени обработки;
- система оперативного программирования.

Система «ГИАС» поддерживает наиболее популярные системы ЧПУ: Siemens, Fanuc, Heidenhain, Mitsubishi Electric.

Система обеспечивает снижения себестоимости за счет прямых эффектов:

- использования системы адаптивного резания и, как следствие, повышение производительности оборудования,

- использования мониторинга и, как следствие, повышение производительности оператора,
- анализ причин простоев и, как следствие, повышения коэффициента загрузки оборудования

Кроме этого результаты работы системы, которые трудно измерить, но эффект применения которых не подвергается сомнению:

- отсутствие излишков закупаемого станочного оборудования;
- существенное снижение числа аварий и поломок;
- своевременное выполнение плана производства;
- повышение общей культуры производства.

УДК 631.171

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА УБОРОЧНОЙ ТЕХНИКЕ ОАО «ГОМСЕЛЬМАШ»

О.В. Рехлицкий, В.Н. Шкирский
НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь

Применение систем точного земледелия на уборочных машинах соответствует общей современной тенденции в сельском хозяйстве, выраженной во внедрении элементов цифрового сельскохозяйственного производства, обобщенных концепцией «Сельское хозяйство 4».

Несмотря на неподготовленность в целом сельского хозяйства Беларуси к широкому использованию всех элементов системы точного земледелия, в силу неразвитости необходимой инфраструктуры, относительно высокой стоимости оборудования, отсутствия обученного персонала и т.п., отдельные передовые хозяйства страны активно используют системы точного земледелия, получая существенный экономический эффект (например, ОАО «Ждановичи», г. Минск), подтверждая перспективность данного направления. С целью обеспечения возможности оснащения уборочной техники ОАО «Гомсельмаш» при возникновении необходимости применения любого из элементов точного земледелия, входящих в комплектацию данного типа машин: систем автовождения, картирования в 2015-2018 годах НТЦК проведены работы по адаптации оборудования мировых лидеров в производстве и внедрении систем точного земледелия – фирм «Тримбл» и «Равен» на зерноуборочные и кормоуборочные машины КЗС 1218, КЗС 2124, КЗС- 1119, КВК-800.

В докладе приведена информация о проведенной работе и предварительные результаты испытаний машин в сезоне 2018 года.

Результаты работы используются при создании новых и модернизации серийно выпускаемых машин ОАО «Гомсельмаш»

Характерным признаком распространенных систем земледелия является существенная вариабельность урожайности высеваемых на одном поле культур, несмотря на широкое применение мощных факторов интенсификации, таких как химизация, мелиорация и механизация, а также на использование высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных растений. Одновременно с этим применение химических удобрений и пестицидов приводит к загрязнению почв и водоемов, при этом некоторые химические препараты сохраняются и в сельскохозяйственной продукции, делая ее опасной для употребления. Основная причина этого в неоднородности механического и химического состава почвы, засоренности посевов и ряда других факторов.

В связи с этим все более актуальной является необходимость технической и технологической модернизации сельского хозяйства в комплексе с широким применением высокоточных технологий, информатизацией и автоматизацией технологических процессов.

По оценке ряда российских ученых, «внедрение высокоэффективных, высокоточных ресурсосберегающих технологий на базе высокопроизводительной техники способно обеспечить повышение производительности труда не менее, чем в 4-5 раз, и снижение затрат материальных ресурсов на производство единицы сельхозпродукции в 1,5-3 раза» [«Дорожная карта развития сельского хозяйства России до 2020 года», разработанная при участии аграрной секции Московского экономического форума (МЭФ) 2013 года)].

Составление карт урожайности является основной и неотъемлемой частью технологии точного земледелия и позволяет осуществлять анализ существующего положения и формировать систему управляющих воздействий при возделывании культур.

Пространственно-ориентированные карты урожайности и влажности зерна можно получить в процессе уборки урожая с помощью специальных датчиков, установленных на комбайнах, а также бортовых компьютеров и приемников сигналов GPS или ГЛОНАСС.

Основными факторами, сдерживающими применение перспективной и эффективной системы даже в большинстве передовых хозяйств Республики Беларусь, до последнего времени являлись: отсутствие серийного производства отечественной сельскохозяйственной техники, адаптированной к применению в технологиях «точного земледелия», и большая стоимость импортного оборудования.

Однако, в 2016-2018 годах ОАО «Гомсельмаш» предприняты шаги в направлении изменения ситуации с зерноуборочными и кормоуборочными машинами, выпускаемыми холдингом.

В 2016 году на ГУ «Белорусская МИС» проведены испытания системы картирования урожайности фирмы «Тримбл», установленной на комбайн КЗС-1218. В 2017 году ИЦ НТЦК ОАО «Гомсельмаш» проведены испытания на комбайнах КЗК-1218, КЗС-1119 системы картирования урожайности фирмы «Равен». Обе системы подтвердили заявленные характеристики, но был выявлен ряд замечаний по монтажу оборудования и настройкам систем. Данные замечания были устранены на вновь изготовленных в 2018 году комбайнах КЗС-2124 КР и КЗС-3219, в количестве 3 и 1 шт., соответственно. В дополнение к системе картирования машины 2018 года оснащены системой автовождения «Автопилот» фирмы «Тримбл», обеспечивающей наиболее комфортные условия труда механизатора, благодаря ее подключению непосредственно к гидросистеме рулевого управления комбайна. Практическое применение данной системы на комбайнах КЗС-2124КР показало, что механизаторы охотно пользуются автопилотом и считают, что данная функцию будет полезна на всех комбайнах.

Система картирования урожайности для комбайнов КЗС-2124 КР и КЗС-3219 предназначена сбора и отображения информации об объеме и влажности собранного зерна, и составления карты урожайности убираемой культуры на конкретном поле. Обобщение и обработка информации про-

изводиться специализированным программным обеспечением. Передача накопленных данных системой картирования на данных машинах реализована при помощи USB-носителей, но может быть реализована при помощи GSM модема, который позволяет передавать данные в реальном времени на удаленный сервер.

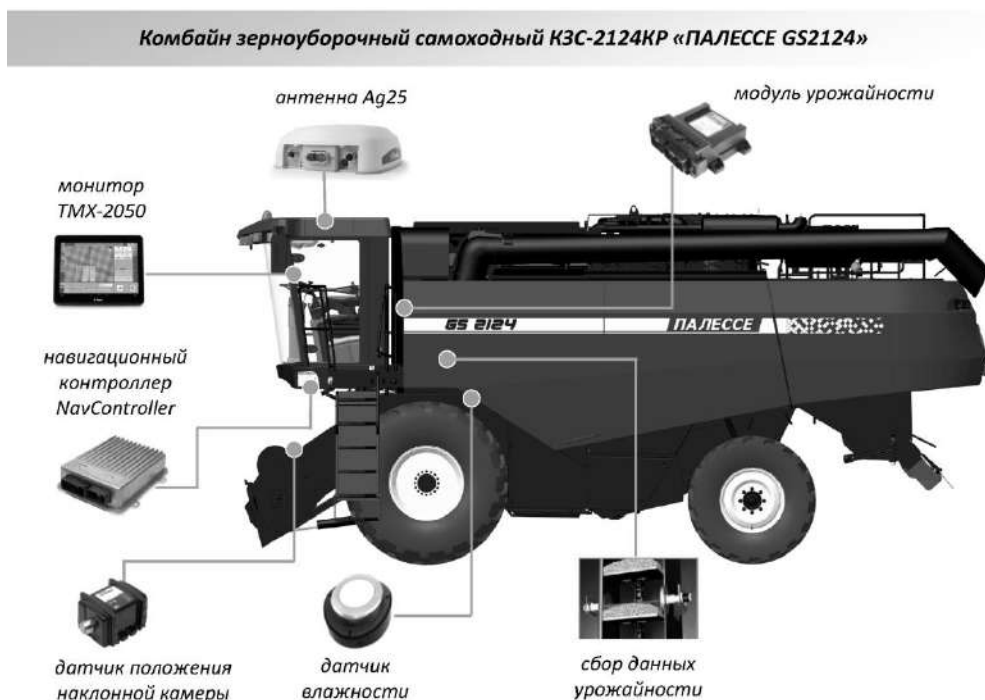


Рис. 1 - Состав и расположение оборудования систем картирования и автовождения на зерноуборочном комбайне КЗС-2124КР «ПАЛЕССЕ GS2124»

По результатам эксплуатации зерноуборочных комбайнов в сезоне 2018 года планируется окончательная доводка элементов монтажа оборудования для адаптации вновь выпускаемых машин под применение систем картирования и автовождения

ОАО «Гомсельмаш» также проводится работа по оснащению кормоуборочной техники системами «точного земледелия». Так на кормоуборочном комплексе КВК-8060 в 2017-2018 годах проводятся исследовательские работы с фирмой «Аквар-Систем» по применению датчика влажности убираемой растительной массы собственной разработки, который является неотъемлемой частью системы точного земледелия для кормоуборочной техники, используемой для составления карты урожайности, регулирования дозировки внесения биоконсервантов и длины резки в зависимости от влажности растительной массы.

Планируется проведение испытаний БИК анализатора фирмы «Динамика Дженоерале», Италия, реализующей такие функции, как составление карт влажности, содержания крахмала, сырого протеина, КДК, НДК, золы, сырого жира, позволяющих проводить анализ урожая кормовых культур с целью оптимизации состава кормосмесей при закладке силосных хранилищ и определения состояния плодородия почвы с целью повышения эффективности производства кормов.

Учитывая проведенную работу по применению систем «точного земледелия» фирм «Тримбл» и «Равен» на зерноуборочных комбайнах ОАО «Гомсельмаш», при необходимости, по заявке хозяйств, использующих данную технологию, комбайны КЗК-1218, широко представленные в парке сельхозтехники страны, уже сейчас могут быть дооборудованы необходимыми элементами систем непосредственно в условиях хозяйств силами поставщиков оборудования.

УДК 005

ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ИЗДЕЛИЯ КАК ЧАСТИ ИНДУСТРИИ 4.0

С.В. Степаненко

ИПУП «АйБиЭй АйТи Парк», Минск, Беларусь

Цель любого промышленного предприятия заключается в построении эффективного и высокодоходного производства с высоким качеством выпускаемой продукции. Следует констатировать, что создание такого производства достигается только лишь путем последовательного внедрения и интеграции ключевых информационных систем (MDM, PLM, ERP и т.д.), эффективность которых достигается исключительно при их совместном использовании. На рисунке 1 условно показана последовательность внедрения систем и движение потока информации между ними.



Рис. 1 - Поток информации между информационными системами

Хотелось бы отметить, что одним из важнейших этапов построения эффективного производства является создание **системы управления нормативно-справочной информацией (НСИ)**, которой будут пользоваться все службы и использовать все, интегрированные между собой, информационные системы предприятия. Создание данной системы включает приведение всей имеющейся НСИ к должному качеству и следует быть готовым к данному объему работ. Стоит учесть тот факт, что вне зависимости от объема, сроков и сложности выполнения этой работы, ее необходимо делать обязательно, так как, без единой достоверной НСИ дальнейшее цифровое развитие предприятия невозможно или будет крайне неэффективно.

Очевидно, что рождение человеком любой информации в той или иной мере подвержено ошибкам, поэтому следует отметить такой важный момент, тесно связанный с качеством изделия, включая НСИ, как культура признания ошибок. Данная область является неотъемлемой частью Индустрии 4.0. Опыт с бережливым управлением в 1990-х и 2000-х годах показал, что залогом успешной реализации принципов бережливого управле-

ния на предприятии является изменение культуры компании — другими словами, изменение менталитета ее сотрудников. Это же применимо и к цифровому преобразованию компании в соответствии с концепцией Индустрии 4.0, где признание пользы ошибок является одной из важных характеристик. Сотрудники должны осознавать, что ошибки являются неотъемлемой частью процесса проектирования и производства изделия и должны признавать пользу ошибок и понимать причину их возникновения. Очевидно, что все стремятся избегать ошибок всеми силами, однако, когда ошибки все же происходят, пытаются «втихаря» исправлять их без фиксации факта. Необходимо всем быть готовыми и максимально открытыми к наличию ошибок, их фиксации и недопущению повторения в будущем путем принятия корректирующих мероприятий по их снижению.

Важным моментом для развития систем и культуры, о котором говорилось выше, в разрезе Индустрии 4.0 невозможно без решения следующих базовых организационных вопросов:

1) Вовлеченность руководства. К сожалению, предстоящий объем работ и важность его выполнения видна только лицам, которые участвуют во внедрении и не всегда понимается руководством, которое желает получить результат как можно скорее.

2) Наличие ИТ-стратегии развития предприятия. Развитие информационных технологий без ИТ-стратегии схоже с брожением в темноте без фонаря. Например, в случае отсутствия ИТ-стратегии, где определены информационные системы и потоки информации, приобретается какой-нибудь продукт, который хорошо разрекламирован на рынке или стоит относительно дешево. Приобретают его в надежде, что он поможет решить целый ряд управленческих проблем, а потом оказывается, что для его функционирования необходим большой объем актуальной входной информации (НСИ), которой нет в цифровом виде. В конечном итоге тратится много средств, времени, а также нервов персонала по вводу информации (зачастую вручную и с бумажных носителей), которая уже при вводе становится не актуальной.

Хотелось бы резюмировать, что, стремясь к концепции Индустрии 4.0, обязательно следует учитывать изложенные выше ключевые требования, относящиеся к достоверности и качеству, культуре взаимоотношений, вовлеченности руководства и наличию ИТ-стратегии развития информационных систем.

УДК 528.85/.87(15); 528.88(15); 63

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В МАСШТАБЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

С.Л. Кравцов¹, Д.В. Голубцов¹, А.П. Гвоздов², Е.В. Лепесевич¹, А.Л. Козел¹,
В.В. Холодинский², Г.И. Радюкевич¹, С.А. Лапаник¹, Д.Г. Симченков²

¹ ГНУ «Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси»,
Минск, Беларусь

² РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
Жодино, Беларусь

Особенностями растениеводства Республики Беларусь (по отношению, например, к странам Европейского Союза, Северной Америки) являются: сопоставимая норма внесения минеральных удобрений при более низкой (около 30 ц/га для зерновых, тогда как во Франции около 70 ц/га) средней урожайности сельскохозяйственных культур; небольшой средний размер поля (около 10 га, тогда как во Франции – около 28 га), что обуславливает более низкую эффективность применения сельскохозяйственной техники. Как следствие, повышение (или по крайней мере поддержание на приемлемом уровне) рентабельности растениеводства является одной из ключевых задач сельскохозяйственного производства Республики Беларусь.

Решение указанной задачи во многом зависит от внедрения инновационных разработок, направленных на более рациональное использование имеющихся ресурсов. Одним из таких инновационных направлений и является применение технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Цель достигается за счет адаптации технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур к реально сложившимся условиям по результатам оперативного дистанционного мониторинга. Таким образом, предлагаемый инновационный подход повышения рентабельности растениеводства за счет использования информации временного ряда разнородных данных ДЗЗ, направлен на решение одной из важнейших проблем растениеводства в Республике Беларусь. Разработанный экспериментальный образец системы дистанционного мониторинга может быть использован в каждом из 1509 сельскохозяйственных предприятий страны. С учетом все возрастающей роли сельского хозяйства в экономике Республики Беларусь (в настоящее время около 8,5 % *валового внутреннего продукта*) данное направление использования данных ДЗЗ со всем основанием претендует на роль приоритетного.

Ориентация разработанного инновационного подхода на использование временного ряда разнородных данных ДЗЗ (данных с беспилотных летательных аппаратов в совокупности с данными со спутников) и приме-

нение непосредственно в самом сельскохозяйственном предприятии отражает последние мировые тенденции дистанционного мониторинга в области сельского хозяйства. Действительно, постепенное расширение свободного доступа к данным со спутников среднего пространственного разрешения (в частности, серии Sentinel-2 программы «Copernicus» Европейского космического агентства с пространственным разрешением 10 м и периодичностью 5 дней), в совокупности со стремительным совершенствованием технических характеристик и снижением стоимости беспилотных летательных аппаратов приводит к переориентации дистанционного сельскохозяйственного мониторинга с уровня страна-мир на уровень сельскохозяйственного предприятия.

Разрабатываемая система мониторинга состояния сельскохозяйственных культур в масштабе сельскохозяйственного предприятия включает подсистемы: оценки повреждения сельскохозяйственных культур вследствие неблагоприятных факторов, мониторинга фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур, прогноза урожайности сельскохозяйственных культур (пшеницы, ячменя и рапса – как озимых, так и яровых форм), картографирования сельскохозяйственных культур. Планируется также разработка подсистемы определения доз внесения минеральных удобрений (приведения в соответствие нормы их внесения с потребностью сельскохозяйственных культур в минеральных элементах). В качестве исходной наземной информации система использует электронную картосхему полей, созданную высокоточную цифровую карту рельефа полей, а также непосредственно данные полевого обследования полей. В качестве исходной информации ДЗЗ система использует данные с беспилотных летательных аппаратов, а также спутниковые данные (Sentinel-2, белорусского спутника, Landsat-8 и др.).

Полученные результаты сопоставимы с известными зарубежными аналогами и могут быть перенесены как на уровень точного земледелия, так и на уровень района, области и страны. В настоящее время система мониторинга состояния сельскохозяйственных культур в масштабе сельскохозяйственного предприятия проходит опытную эксплуатацию в республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию».

СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ

СЕКЦИЯ №1

«УБОРОЧНАЯ ТЕХНИКА И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО»

УДК 621.791.14

СВАРКА ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ – НОВЫЙ СПОСОБ СВАРКИ ДАВЛЕНИЕМ

А.Ф. Ильющенко, А.А. Радченко, Д.В. Бубен
ГНПО «Институт порошковой металлургии», Минск, Беларусь

Сегодня в мире одним из наиболее перспективных направлений исследований в области сварки и родственных технологий является процесс сварки трением с перемешиванием (СТП).

Сварка трением с перемешиванием является новым способом сварки трением, который осуществляется без плавления материалов вращающимся инструментом. Основной отличительной чертой процесса СТП является то, что сварка проходит в твердой фазе, то есть, материал заготовок не плавится. Это дает процессу СТП значительные преимущества по сравнению с традиционной сваркой плавлением: отсутствие горячих, холодных трещин и порообразований, возможность сварки трудно свариваемых материалов, в том числе и в различных сочетаниях. Также отсутствие необходимости плавить металл при сварке позволяет вести процесс с малым тепло вложением, что в свою очередь приводит к незначительному росту зерна в ЗТВ, малым остаточным деформациям и напряжениям, а также к меньшему разупрочнению при сварке термоупрочняемых алюминиевых сплавов. Кроме того, процесс легко поддается автоматизации и обладает высокой экологичностью. По сравнению с традиционными процессами дуговой и контактной сварки, СТП имеет: - энергопотребление в 2...5 раз меньше (2,5% от энергии, потребляемой при лазерной сварке, 10% от энергии, потребляемой при дуговой сварке); - уменьшение производственного цикла на 50...75%, - стоимость 1 п.м. шва в 4 - 10 и более раз меньше.

СТП является эффективным способом получения высококачественных соединений конструкций различной геометрии, включая листовые материалы, пространственные профильные конструкции, трубы, восстановления изношенных деталей, модифицирования и улучшения структуры материалов, заживления трещин и литейных дефектов. Вместе с тем, сегодня

СТП в Республике Беларусь не применяется. Нет ТНПА, регламентирующих применение СТП на практике.

В докладе представлены результаты проведенных в институте исследований процесса СТП и опыт его применения в мире, показаны технологические возможности технологии СТП.

УДК: 631.354.2.076

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УБОРКИ ПОДСОЛНЕЧНИКА

А.С. Старцев, А.А. Куньшин

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», Саратов, Россия

Согласно техническому заданию на уборку подсолнечника, основным критерием оценки зерноуборочного комбайна являются потери маслосемян. Показателями, характеризующими качество уборочного процесса подсолнечника по условиям технического задания, являются: потери семян за жаткой, повреждение семян (дробление и облучивание) и содержание сорных примесей в процентном соотношении от биологической урожайности (Рис. 1).

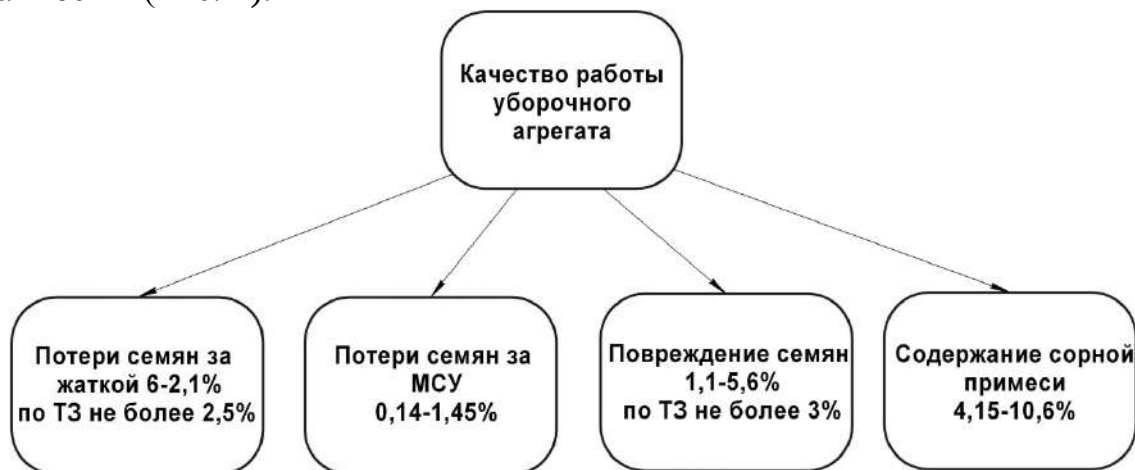
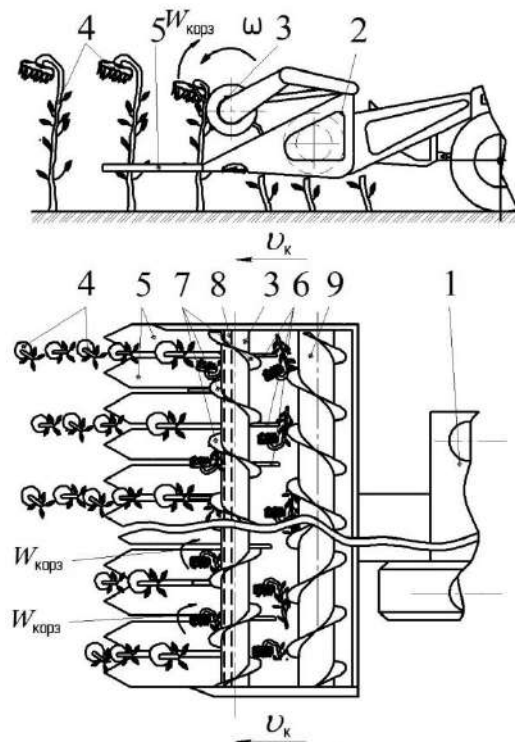


Рис. 1 - Схема качественных показателей уборочного процесса подсолнечника

Основной причиной потерь семян подсолнечника жатками с мотовилом является ударное воздействие его рабочих элементов о стебель или корзинку подсолнечника. В результате чего происходит вымолачивание семян, часть которых осыпается на почву.

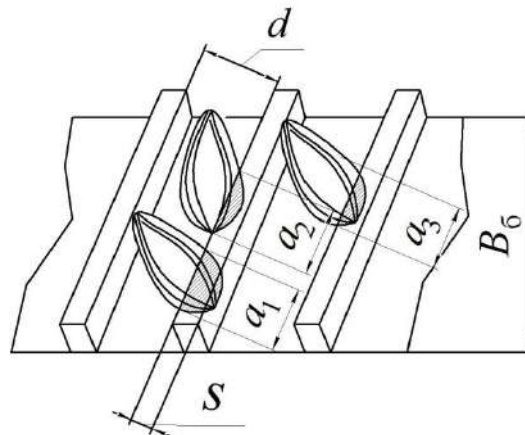
С целью снижения потерь семян подсолнечника за счет вымолачивания целесообразно переоборудование жаток с мотовилом на приспособления, конструкция которых позволит уменьшить потери убираемой культуры. Техническим решением, обеспечивающим снижение потерь семян подсолнечника до 0,63 % от биологической урожайности, является оснащение жатки шнеком-мотовилом (Рис. 2).



1 – зерноуборочный комбайн; 2 – жатка; 3 – шнек-мотовило; 4 – стеблестой подсолнечника; 5 – стеблеподъемники; 6 – отсекатели; 8 – режущий аппарат; 9 – шнек-жатки; $W_{корз}$ – ускорение движения корзинки; v_k – линейная скорость движения комбайна

Рис. 2 – Технологическая схема работы шнека-мотовила:

Для решения проблемы дробления маслосемян целесообразно изготавливать сменные бичи из материалов, обладающих упругими свойствами с увеличенной шириной канавки, ориентированной на ширину маслосемян. В этом случае, маслосемена попадая в канавку, помещаются в ней полностью, тем самым, избегая деформации (Рис. 3).



d – ширина канавки, м; s – ширина рифа, м; a – средний размер столкновения маслосемян с рифами, м; B_6 – ширина бича, м

Рис. 3 - Столкновение маслосемян с рифами бичей молотильного барабана из материала с упругими свойствами:

Вероятность дробления маслосемян вследствие раздавливания описывается выражением:

$$P_1 = k_1(p) \frac{s + \frac{a}{\sin \alpha}}{s + d},$$

где k_1 – коэффициент жесткости материала бича,

p – давление между слоями обмолачиваемой массы в молотильном аппарате, Па.

УДК 658.012.011.56; 004.946;621.001.63

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А.М. Крот¹, А.Н. Вырский², И.А. Баран², В.М. Демко¹

¹ ГНУ «Объединенный институт проблем информатики
НАН Беларуси» Минск, Беларусь

² ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь

Оптимальное решение проблем повышения производительности и технологического уровня зерноуборочных комбайнов на этапе проектирования невозможно без использования методов математического моделирования аэродинамических процессов в рабочих органах комбайнов [1, 2]. Причем производительность комбайна и повреждение зерна в первую очередь определяет совершенство молотильно-сепарирующего устройства (МСУ) и системы очистки зерна.

Работа посвящена компьютерному моделированию процессов разделения зернового вороха на фракции в аэродинамическом потоке внутри проточных частей системы очистки комбайна средствами программного комплекса STAR-CCM+ с целью оптимизации конструкции для повышения производительности комбайна.

Как показывают результаты теоретических и экспериментальных исследований работы системы очистки зерноуборочного комбайна, наличие только теоретических и экспериментальных полей распределения скоростей воздушных потоков недостаточно для принятия решения о необходимости дальнейшего совершенствования конструкции системы очистки. Это объясняется тем, что свойства зерен и частиц примесей меняются в широком диапазоне, и для выработки заключения о соответствии конструкции очистки заявленным техническим параметрам по производительности, степени очистки, повреждаемости, и т.д., необходимо проведение большого объема экспериментальных работ по уборке различных культур с различной урожайностью, влажностью, соломистостью и др., анализа этих результатов, принятия решений о внесении конструктивных изменений, проверке данных изменений в полевых условиях и т.д. Из вышеприведенного следует, что экспериментальная доводка системы очистки комбайна является весьма трудоёмким процессом.

Компьютерная технология, моделирующая разделение зернового вороха на фракции в воздушном потоке системы очистки, позволяет найти оптимальные конструктивные решения в кратчайшие сроки за счет многовариантности решаемой модели, возможности параметрической оптимизации конструкции, быстрой проверки внесенных конструктивных изменений.

На рисунке 1 приведен пример компьютерного моделирования процесса разделения трехкомпонентной зерновой смеси (зерно, соломистые

части и полова) в системе очистки КЗС-1218, в котором скорости витания частиц смоделированы их плотностью и геометрическими параметрами. На рисунке 1 линиями 1 показаны траектории движения зерен, линиями 2 – соломистых частей, линиями 3 – половы.

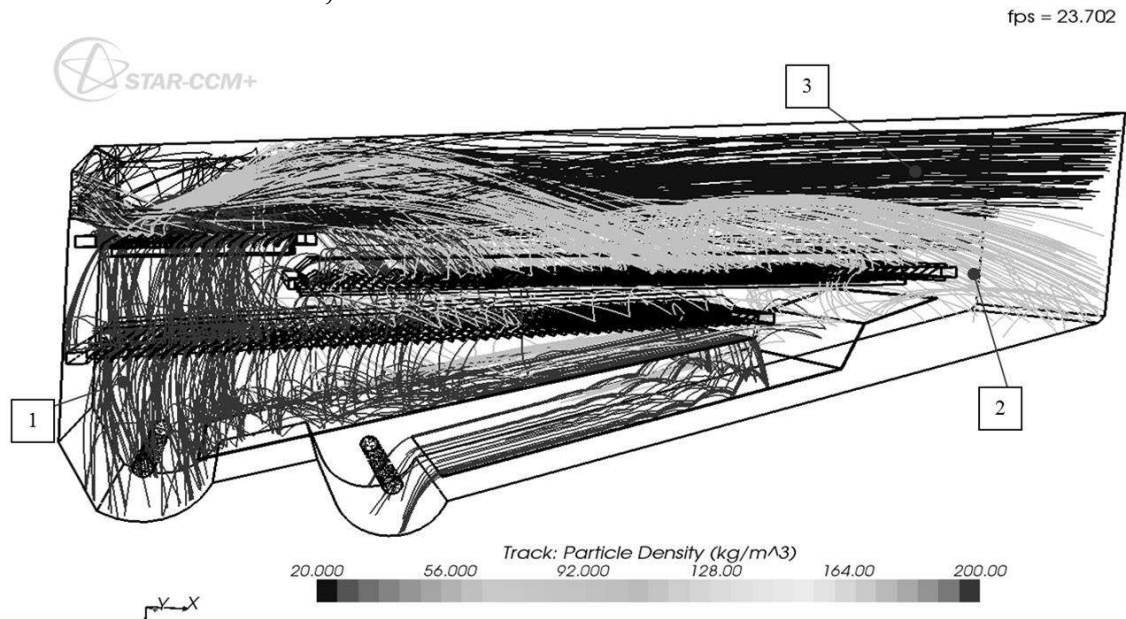


Рис. 1 - Компьютерное моделирование разделения зернового вороха на фракции цвет отображает плотность частиц.

На рисунке 2 приведен пример компьютерного моделирования двухфракционной массы в системе очистки КЗС-1319, в котором заданы реальные физико-геометрические параметры зерен пшеницы и половы. Для зрительного отображения частиц на экране компьютера их размеры условно увеличены.

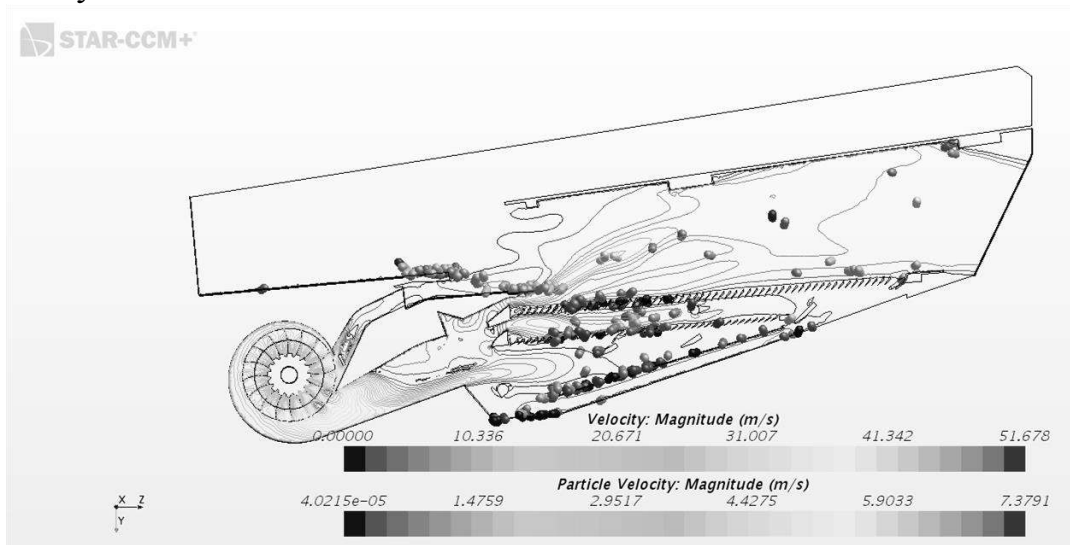


Рис. 2 - Компьютерное моделирование разделения зернового вороха на фракции цвет отображает скорость частиц в аэродинамическом потоке.

Описанная выше компьютерная технология моделирования позволила оптимизировать параметры систем очистки зерноуборочных комбайнов КЗС-1624-1, КЗС-1319 и КЗС-2221. Недостаток данной технологии состоит в том, что упрощенное задание условий взаимодействия частиц между собой и элементами конструкции, ограничение количества частиц в модели снижает точность расчетов и требует дополнительных исследований и экспериментальной доводки.

В настоящее время развитие аппаратных технологий позволило существенно увеличить производительность и точность расчетов задач в области механики сплошных сред. Программные продукты для моделирования механики сплошных сред, такие как Rocky, EDEM и др., позволяют проводить расчеты с учетом реальной геометрии частиц, внутренней динамики гранулированной фазы (скорость, положение, траектории и т.п.) в т.ч. с учетом когезии (слипания частиц), дробления частиц (при соударении частиц), рассчитывать характеристики взаимодействия частиц и элементов конструкции, в том числе с учетом абразивного износа (интенсивности воздействия частиц), адгезии (налипание на стенки), дробления частиц (при ударе о элементы конструкции).

Литература

- 1 Вычислительная аэрогидродинамика в машиностроении / А.М. Крот [и др.] // Наука и инновации. – 2009. – № 9(79). – С. 34-38.
- 2 Крот, А.М. Компьютерное моделирование пароводяных потоков внутри рабочей камеры микротурбины и оценивание коэффициента полезного действия для усовершенствования конструкции турбоагрегата / А.М. Крот, П.П. Ткачева, И.Н. Спагар // Информатика. – 2017. - №. 2(54).

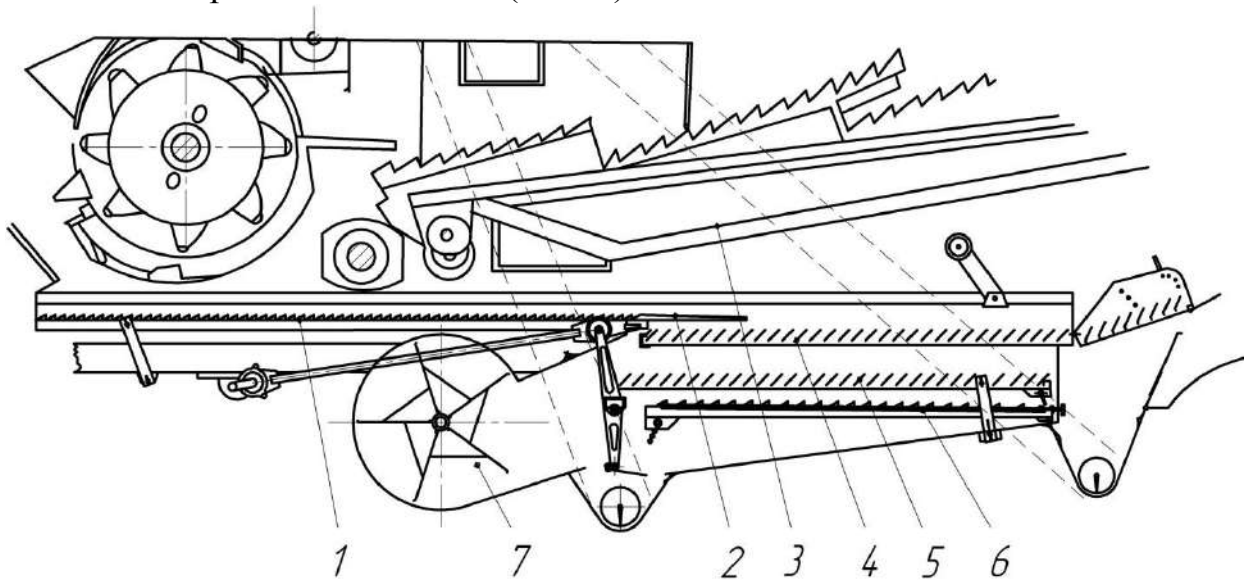
УДК: 631.361.022

ТЕХНОЛОГИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ РЕШЕТА С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ НА ОЧИСТКЕ МАСЛОСЕМЯН

А.С. Старцев, А.А. Куньшин

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова», Саратов, Россия

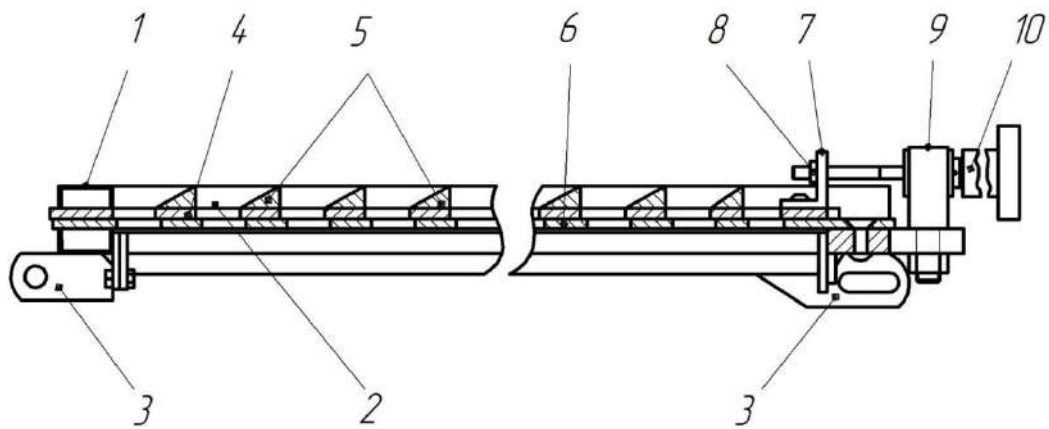
Для повышения качества сепарации вороха подсолнечника целесообразно оснащение комбайна дополнительной ступенью очистки, представляющей собой решето с регулируемыми отверстиями, установленным под нижним решетным станом (Рис. 1).



1 – скатная доска; 2 – пальцевая гребенка; 3 – клавиши соломотряса; 4 – верхний решетный стан; 5 – нижний решетный стан; 6 – решето с регулируемыми отверстиями; 7 – вентилятор

Рис. 1 - Расположение решета с регулируемыми отверстиями

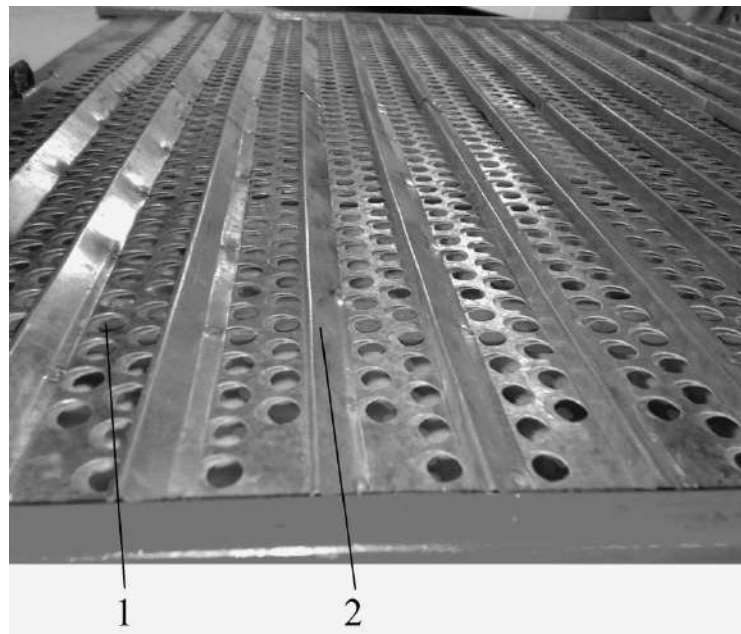
Решето с регулируемыми отверстиями представляет собой раму 1 (Рис. 2), оснащенную направляющими 2, кронштейнами 3 для крепления к боковине нижнего решетного стана. В направляющих 2 неподвижно установлено верхнее решето 4 с пробивными отверстиями, ряды которых разделены поперечными перегородками – гофрами 5. Также, в направляющих рамы установлено нижнее решето 6, с возможностью его перемещения. Механизм регулировки решета представляет собой Г-образную пластину 7, закрепленную в торцевой части подвижного решета 6, с регулировочной гайкой 8 (Рис. 2).



1 – рама решета; 2 – направляющие; 3 – кронштейны крепления; 4 – верхнее неподвижное решето; 5 – гофры; 6 – нижнее подвижное решето; 7 – Г-образная пластина; 8 – регулировочная гайка; 9 – опора регулировочного винта; 10 – регулировочный винт

Рис. 2 - Решето с регулируемыми отверстиями:

На раме 1 посредством болтового соединения закреплена опора 9, регулировочного винта 10 сопряженного с Г-образной пластиной 7 регулировочной гайкой, что позволяет перемещать нижнее подвижное решето 6 относительно верхнего 4, образуя регулируемые отверстия (Рис. 3).



1 – гофры; 2 – регулируемые отверстия

Рис. 3 - Фрагмент решета с регулируемыми отверстиями

По результатам производственной оценки работы производительность комбайна СК-5-М1 «Нива», оснащённого решето с регулируемыми отверстиями, так же, как и базового, составила 3,52 т/ч. Сорность бункерного вороха снизилась с 6,3 до 2,3 %.

УДК 631.354

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ СВОБОДНОГО ЗЕРНА В НАКЛОННОЙ КАМЕРЕ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

В.Н. Ожерельев, В.В. Никитин
ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ», Брянск, Россия

В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений уборки, как зерновых, так и зернобобовых культур является очесывание растений на корню. Однако, в результате того, что хлебная масса, полученная при таком способе уборки, содержит до 80% свободного зерна, то наблюдается его чрезмерное дробление (до 14%) рабочими органами молотилки. Таким образом, изыскание технических возможностей по минимизации дробления свободно зерна рабочими органами молотилки (при очесе растений на корню) является актуальной научной задачей.

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что одной из наиболее удачных попыток решить проблему дробления свободного зерна рабочими органами молотилки оказалось снабжение наклонной камеры зерноуборочного комбайна решетчатым днищем.

Для исследования процесса сепарации свободного зерна нами была разработана экспериментальная установка, имитирующая работу скребкового плавающего транспортера наклонной камеры зерноуборочного комбайна (Рис. 1). Она состоит из корпуса 1, скребкового транспортера 2, решетчатого днища 3 и емкости 4 для сбора свободного зерна 5. Привод установки осуществлялся от электродвигателя 6 посредством цепной передачи 7. Регулировка скорости транспортера выполнялась при помощи частотного преобразователя 8 «Веспер» Е2-8300.

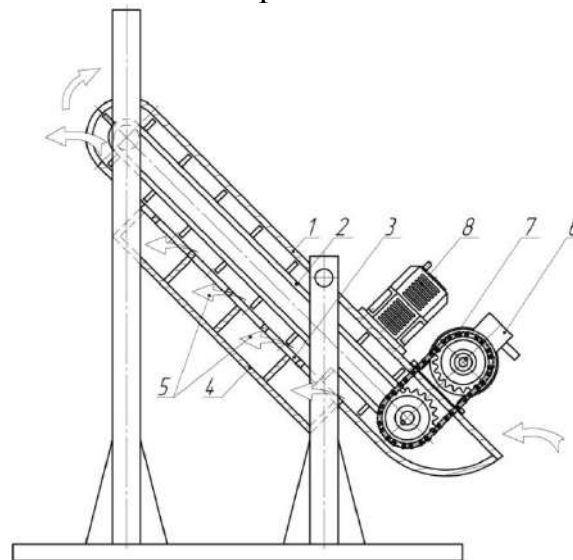


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Все исследования проводились на пшенице сорта «Московская 56». Влажность зерна находилась в пределах 12% (определялась весовым методом в межкафедральной лаборатории Брянского ГАУ). Скорость движения транспортера (3 м/с) и угол его наклона к горизонту (45°) соответствовали аналогичным параметрам работы для большинства современных зерноуборочных комбайнов. Подача вороха составляла 10 кг/с при содержании в нем 80% свободного зерна. Длина съемного решетчатого днища равнялась 0,95 м.

Опыт был спланирован как полнофакторный (типа 3^2) с тремя уровнями варьирования прямоугольных отверстий решетчатого днища, выполненными в виде последовательно расположенных рядов. В качестве выходного параметра было принято количество свободного зерна, прошедшего сквозь отверстия решетчатого днища экспериментальной установки. Для исключения влияния на выходной параметр эксперимента площади «живого сечения» отверстий решетчатого днища, отклонение ее величины не превышало 0,5%.

Каждый вариант опыта был проведен с десятикратной повторностью. Таким образом, всего было учтено и обработано 90 опытов.

По результатам научных исследований установлено, что оптимальными размерами прямоугольных отверстий решетчатого днища экспериментальной установки является длина 160 мм и ширина 8 мм, обеспечивающие максимальную сепарацию свободного зерна, равную 68,7%. При этом прохождение колосовой части урожая сквозь отверстия сепарирующей решетки во всех сериях эксперимента не наблюдалось.

Аналогичные исследования были выполнены при определении оптимального угла наклона отверстий (0, 15, 30, 45, 60, 75 и 90 градусов) по отношению к направлению движения хлебной массы. При обработке полученных данных установлено, что оптимальным углом наклона отверстий, обеспечивающим максимальную сепарацию свободного зерна, является угол 0°.

Использование предложенного технического решения позволит надежно исключить вероятность поступления свободного зерна в молотильную камеру и прохождение оставшейся колосовой части урожая сквозь отверстия решетки. При этом для обеспечения полного прохода свободного зерна длина сепарирующей поверхности должна быть не менее 1,18 м, а отверстия иметь размеры 160×8 мм. Такое техническое решение может быть реализовано, например, в наклонной камере зерноуборочного комбайна КЗС-10К «Полесье GS-10», имеющей длину порядка 1,3 м. Дальнейшие исследования необходимо сосредоточить на определении сепарирующей способности и дроблении свободного зерна рабочими органами молотилки непосредственно в полевых условиях.

УДК 621.225(075.8)

НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ СТОИМОСТИ И ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ LS-СИСТЕМ С АДАПТАЦИЕЙ К НАГРУЗКЕ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

А. А. Гинзбург

ОАО «Гомельское специальное конструкторско-техническое
бюро гидропневмоавтоматики», Гомель, Беларусь

Гидравлические системы с адаптацией к нагрузке (load sensing или LS-системы) решают проблему одновременного регулирования скоростей нескольких рабочих органов гидропривода, обусловленную высоким уровнем потерь мощности в гидросистеме, за счет адаптации уровня входного давления гидросистемы к максимальной величине нагрузки на рабочих органах машины. [1, 2].

Широкое внедрение LS-систем в машиностроительную практику сдерживается традиционным использованием в них дорогих, обладающих низкой ремонтпригодностью и весьма требовательных к техническому обслуживанию и уровню чистоты рабочей жидкости регулируемых аксиально-поршневых насосов. Применение существенно более дешевых и неприхотливых нерегулируемых насосов, в первую очередь, шестеренных, ограничено, так как считается, что для LS-систем с нерегулируемыми насосами характерны большие энергетические потери и меньший к.п.д. Такое мнение, основанное как на простейшем схемотехническом анализе, так и на проводившихся в свое время расчетах [4, 5], не изменилось даже с появлением предложений по использованию в LS-системах многопоточных нерегулируемых насосов [3]. По этой причине в подавляющем большинстве систем с адаптацией к нагрузке, в том числе, в Республике Беларусь, применяются регулируемые насосы.

При этом нужно отметить, что упомянутые расчеты проводились около трех десятилетий назад и не отражали современного состояния элементной базы LS-систем. В частности, методика сравнительных расчетов не учитывала неравенство настроенных разностей давлений между давлением на наиболее нагруженном исполнительном органе и входным давлением гидросистемы для гидросистем с регулируемыми и нерегулируемыми насосами, характерное для современного гидрооборудования.

В течение последних лет ОАО «ГСКТБ ГА» с участием ГГТУ им.П.О.Сухого была создана методика расчета энергетических характеристик гидросистем с адаптацией к нагрузке различных типов с учетом структуры систем и параметров их элементной базы (см., напр., [6]) и проведен анализ параметров современной элементной базы LS-систем различных производителей. На этой основе в настоящее время проведено моделирование потерь мощности LS-систем с нерегулируемыми и нерегули-

руемыми насосами, в том числе, с учетом динамики систем и введения в них дополнительных контуров подпитки.

Результаты моделирования показали, что существуют условия, в которых однопоточные и многопоточные гидросистемы с адаптацией к нагрузке на основе нерегулируемых насосов по своей энергетической эффективности не уступают аналогичным системам на основе регулируемых насосов. В частности, это относится к системам низкого и среднего (до 20 МПа) давления. В общем случае, сравнительная энергетическая эффективность этих типов LS-систем зависит от характерного уровня давления и диапазона колебаний суммарного потребляемого расхода.

В результате работы получены практические рекомендации по использованию LS-систем с нерегулируемыми насосами.

Таким образом, установлено, что существует значительный диапазон возможных применений, в котором LS-системы с нерегулируемыми насосами по своей энергетической эффективности не уступают гидравлическим системам с объемной адаптацией. С учетом преимуществ нерегулируемых насосов в стоимости, надежности и трудоемкости обслуживания и ремонта это позволяет считать, что при создании новых или модернизации существующих машин использование LS-систем с нерегулируемыми насосами взамен регулируемых может оказаться перспективным методом снижения стоимости и повышения надежности машины.

Литература

1. А.А.Гинзбург. Дроссельное регулирование в гидросистемах и адаптация гидропривода к нагрузке (LS-принцип). Курс лекций для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин». Гомель: Издательский центр УО «ГГТУ им. П.О.Сухого», 2007. 77 с.
2. Н. Sculthorpe. Hydraulic Horsepower Comes out of Its Corner. Hydraulics & Pneumatics, 1989. № 3.
3. Esseniyyi, A. Circuits make gear pumps more versatile. / A. Esseniyyi // Hydraulics & Pneumatics Exclusive Insight; 1/28/2012, p. 21
4. Klotzbücher, W. Energieverluste in Hydrauliksystemen von Ackerschleppern. Grundlagen der Landtechnik, Bd.34 (1984) Nr.6.
5. Hesse, H. Vergleich der Energieverluste von Hydrauliksystemen für Ackerschlepper, /H. Hesse // Vortrag auf der VDI-Tagung Landtechnik, München, 27/29 Oktober 1976.
6. Гинзбург А.А., Пинчук В.В. Критерии выбора параметров исполнительных органов гидроприводов с адаптацией к нагрузке. / А.А.Гинзбург, В.В.Пинчук // Вестник ГГТУ им. П.О.Сухого. – 2007. – № 3 (30)', – с. 38-44.

УДК 631.354.2

РАЦИОНАЛЬНЫЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ПАРКА ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В.П. Чеботарев

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
Минск, Беларусь

Основная задача сельскохозяйственного производства – ускоренное и устойчивое наращивание производства зерна в значительной степени зависит от эффективности применяемых технологий и зерноуборочных машин. При этом продолжительность сроков выполнения уборочных работ объективно определяется не минимальным, а агротехнически обоснованным временным периодом их проведения с применением экономически целесообразного количества технических средств.

Для обоснования оптимального состава и структуры парка зерноуборочных комбайнов необходимо исходя из планируемой структуры посевных площадей под зерновые культуры определить прогнозируемые объемы производства зерна (Табл. 1).

Таблица 1 – Структура посевных площадей и прогноз валового сбора зерна

Область	Планируемая посевная площадь под зерновые культуры, тыс. га	Прогнозируемый валовый сбор зерна, тыс. тонн
Брестская	397,4	1428
Витебская	353,1	1333
Гомельская	408,1	1143
Гродненская	364,8	2000
Минская	625,6	2726
Могилевская	349,6	1370
Всего по республике	2498,6	10000

При расчете прогнозируемого валового сбора зерна большое значение имеет оценка убираемых площадей в различных диапазонах урожайности (Табл. 2). Так, среднее фактическое значение этих показателей за 2005–2015 гг. (по данным Института системных исследований в АПК НАН Беларуси) были соответственно равны: при урожайности до 25 ц/га – 53%, 25...40 ц/га – 37%, 40...65 ц/га – 8% и свыше 60 ц/га – 2%.

При неизменности распределения площадей и средних урожайностей внутри групп, равных 20, 35, 50 и 70 ц/га, валовой сбор зерна может составить не более 7,3 млн. т. Учитывая необходимость выполнения поставленных задач по производству зерна, требуется на основе внедрения интенсивных технологий более чем в 2 раза уменьшить долю посевов, имеющих урожайность до 25 ц/га. Одновременно необходимо значительно увеличить долю площадей с урожайностью 40...60 и выше 60 ц/га.

Таблица 2 – Фактические и прогнозные показатели удельных весов посевных площадей в зависимости от урожайности

Урожайность, ц/га	Удельный вес посевной площади, %	Валовый сбор зерна, тыс.т	Прогнозное рас- пределение посев- ных площадей, %	Прогноз валового сбора, тыс. т
до 25 ц/га	38	2638	20	1060
25...40 ц/га	44	3252	40	3515
40...60 ц/га	14	1028	30	3855
свыше 60 ц/га	4	314	10	1570
Всего по республике	100	8232	100	10000

Важнейшей составляющей в повышении валовых сборов является борьба с потерями зерна по всей технологической цепочке его производства. Существенная доля потерь наблюдается при работе зерноуборочных комбайнов. При этом потери зерна подразделяются на механические и биологические. К механическим относятся потери за жаткой и молотильно-сепарирующим аппаратом комбайна (суммарные потери свободного зерна и недомолот). Биологические потери связаны с самоосыпанием зерна из-за нарушения агротехнического срока уборки. Потери за жаткой (подборщиком) принимаются постоянными и не зависят от пропускной способности и скорости движения комбайна. Многолетние испытания зерноуборочных комбайнов показали, что механические потери зерна в зависимости от пропускной способности изменяются по логистическому закону вида:

$$П_k = \frac{в}{1 + сe^{-квq}},$$

где $с$, $в$, $к$ – эмпирические коэффициенты;

q – пропускная способность, кг/с.

Агротехнически допустимые суммарные потери зерна за зерноуборочным комбайном не должны превышать 2,0 % при нормальных условиях уборки и 3,0 % при уборке полеглых засоренных хлебостоев.

Биологические потери зерна от самоосыпания из колоса на корню после его полного созревания за время t_y (при $3 < t_y < 25$ дней) на основании многолетних исследований описываются зависимостью:

$$П_{\phi} = 1,6 t_y - 4,0.$$

Анализ хода уборки урожая последних лет показывает, что имеющимся парком зерноуборочных комбайнов при существующей организации работ возможно обеспечить уборку в агротехнические сроки (14 дней) не более 50% планируемого валового объема зерна. Если провести анализ данных о ежегодных ходах уборки, а особенно, например, 2008 года, как одного из наиболее урожайных и эффективных, то и в этом случае валовой сбор за 14 дней уборки не превысил 65% требуемого объема. Если же принять в расчет коэффициент технической готовности средств механизации в период массовой уборки, который для комбайнов в подавляющем боль-

шинстве случаев не превышает 80%, то сроки уборки в действительности могут превысить допустимые в 1,5...2 раза.

Обобщенный анализ информации о снижении валовых сборов в результате осыпания зерна показывает, что суммарные потери по республике за период уборки могут составить около 500 тыс. тонн, а среднедневные в период уборки, превышающей агротехнические сроки, 18...20 тыс. тонн. Так, в 2008 году среднедневные потери по республике составляли при превышении агросрока на 5 дней – 24,8 тыс. тонн, а на 10 дней – 37 тыс. тонн.

Имевшийся парк по пропускной способности был разделен на четыре основных класса: 6-8 кг/с, 8-10 кг/с, 10-12 кг/с и свыше 12 кг/с. При этом структура парка формировалась на основе пропускной способности комбайнов с учетом урожайности и затрат на уборку зерна комбайнами четырех классов: 6-8 кг/с – для хлебов с урожайностью до 25 ц/га, 8-10 кг/с – с урожайностью 25-40 ц/га, 10-12 кг/с – с урожайностью 40-60 ц/га и свыше 12 кг/с – с урожайностью более 60 ц/га. Реально оценив потенциальные возможности выработки зерноуборочных комбайнов различного класса согласно планируемым показателям (Табл. 3) и допустив общее количество машин в пределах 11 - 13 тысяч шт., сравнивались технико-экономические показатели парка при различных вариантах комплектования с позиции стоимости, возможности уборки зерновых в оптимальные агротехнические сроки, потерь продукции при их несоблюдении.

Таблица 3 – Фактические и планируемые показатели работы зерноуборочных комбайнов различных классов

Пропускная способность	Средний сезонный намолот, тонн				Планируемый намолот, тонн	
	по республике		лучший по областям			
	за 2005- 2012 гг.	за 2008 г.	за 2005- 2012 гг.	за 2008 г.	суточ- ный	сезонный
6-8 кг/с*	570	627	620	733	35	700
8-10 кг/с	804	906	901	1054	50	1000
10-12 кг/с**	1147	1207	1172	1412	70	1400
свыше 12 кг/с	1719	2350	2059	2950	100	2000

* только комбайны КЗС-7 и «Лида-1300»;

** только комбайны КЗС-1218.

При этом отсчет агротехнического срока уборки (14 дней) начинается после уборки 5% площадей и достижения ежедневного показателя не менее 2,5%. В качестве агротехнического срока завершения уборки принимается дата, при которой убрано 95% площадей. Оставшаяся часть урожая обычно убирается в более поздние сроки из-за биологического состояния и позднего созревания ряда культур. Таким образом, в агротехнически допустимый агросрок (14 дней) должно быть убрано 90% урожая. При этом, после расчетов рациональным по составу зерноуборочных комбайнов оказался парк, состоящий из 12240 комбайнов, в том числе класса 6-8 кг/с – 3060 шт. (25%), 8-10 кг/с – 4896 шт. (40%), 10-12 кг/с – 2448 шт. (20%) и свыше 12 кг/с – 1836 шт. (15%). Всего в парке при обеспечении коэффициента готовности 0,95 должно быть около 12900 комбайнов. В

случае его применения 9896 тыс. тонн зерна из 10000 тыс. тонн будут убраны в агротехнический срок. Стоимость парка составит 6326,2 млрд. неденоминированных руб., а себестоимость убранного зерна составит 714,7 млрд. неденоминированных руб. При этом потери от самоосыпания составят 3,72 тыс. тонн.

УДК 631.3.01-8

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ НОЖА В РЕЖУЩИХ АППАРАТАХ

А.С. Мезга, Н.О. Петроченко, С.Р. Белый

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
Минск, Беларусь

В 2017 году в Республике Беларусь на уборке было задействовано более 9000 комбайнов различных моделей. Уборка зерновых заняла в среднем 20 дней [1]. Время смены составляет 10 часов, коэффициент использования времени смены при уборке зерновых 0,6. Установлено, что на процесс срезания хлебной массы режущим аппаратом КЗС-7 затрачивается мощность порядка 3,7 кВт, а для КЗС-10К - 5,8 кВт.

Усредненные затраты мощности, затрачиваемые на процесс срезания хлебной массы режущим аппаратом, составляют 4,5 кВт, а на весь период уборки с учетом наличия и времени работы комбайнов составят порядка 4860000 кВт·ч. Средний удельный расход топлива для двигателей комбайнов КЗС-7 и КЗС-10К составляет 225 г/кВт·ч. Следовательно, на весь период уборки только на срезание стеблей затрачивается около 1093500 килограммов топлива, что в денежном выражении составит около 1213128 белорусских рублей. Таким образом, снижая мощность, затрачиваемую на процесс резания, можно значительно снизить затраты на уборку зерновых культур.

При работе режущего аппарата на нож действуют следующие силы: сила сопротивления срезу растений, силы инерции масс ножа, сила трения ножа по пальцевому брусу.

При этом силы инерции масс ножа возникают за счет непостоянства скорости перемещения ножа. Закономерность изменения скорости перемещения ножа зависит непосредственно от типа механизма привода.

В источнике [2] закономерность изменения скорости ножа с планетарным механизмом привода показана в виде графика, представленного на рисунке 1.

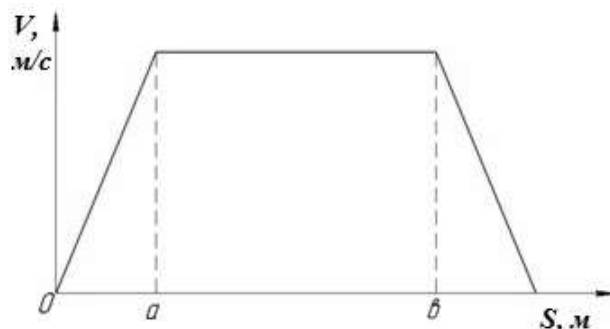


Рис. 1 – График изменения скорости резания с планетарным механизмом

Из рисунка 1 следует, что до точки *a* происходит возрастание скорости перемещения ножа, от точки *a* до точки *в* скорость ножа постоянна, от точки *в* происходит уменьшение скорости ножа. На промежутке от *a* до *в*, так как скорость перемещения ножа постоянна, сила инерции будет равна нулю, а, следовательно, не возникают инерционные нагрузки в приводе. Однако данную закономерность следует поставить под сомнение, как так в точках *a* и *в* ускорения снижаются до нуля, что вызывает в данный момент времени ударные нагрузки.

В литературном источнике [2] предлагается, что скорость движения ножа на участке резания (участок *a-в*) (Рис. 1) изменяется в соответствии с выражением:

$$U_n = (30\omega V_p)/\pi n,$$

где V_p - скорость резания, м/с.

Кленин Н.И. [3] предлагает, что закономерность изменения скорости ножа для планетарного механизма изменяется по зависимости:

$$U_n = -2\omega r \sin\varphi,$$

где φ – угол поворота водила.

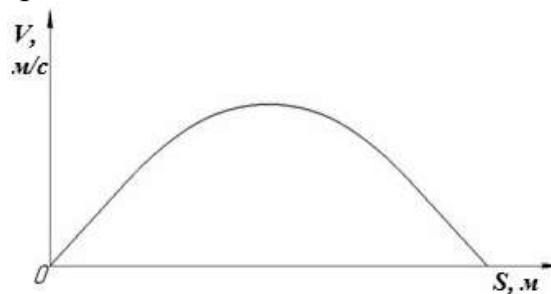


Рис. 2 – График изменения скорости резания с планетарным механизмом

Таким образом, информация, представленная в различных источниках, различается, при этом некоторые авторы утверждают, что скорость перемещения ножа изменяется по синусоиде, другие, что данная зависимость имеет вид трапеции.

Необходимо более детальное исследование с целью оптимизации параметров механизма привода ножа для снижения мощности, затрачиваемой на процесс резания, что в конечном итоге позволит значительно сократить расход топлива при уборке зерновых культур.

Литература

1. Новиков А.В. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства [Текст] / А.В. Новиков, И.Н. Шило, Т.А. Непарко [и др]. – Минск, 2012. – С.306
2. Ходосевич В.И. Сельскохозяйственные машины: учебно-методическое пособие [Текст] / В.И. Ходосевич, Г.А. Радишевский, А.В. 4. Кузьмицкий. – Минск: БГАТУ, 2010. – 60 с.
3. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные машины [Текст] / Н.И. Кленин, С.Н. Киселев, А.Г. Левшин // КолосС, 2008. – С. 448-452.

УДК 621.8

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ ЧАСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТРАКТА САМОХОДНОГО КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

А.М. Крот¹, П.В. Авраменко², Н.Н. Вырский³, И.Г. Баран³

¹ ГНУ «Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси»,
Минск, Беларусь

² УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
Минск, Беларусь

³ НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь

Процесс загрузки собираемого урожая в транспортные средства для перевозки его к местам складирования или раздачи животным является одним из наиболее важных в технологической цепочке заготовки кормов, так как во многом определяет эффективность эксплуатации кормоуборочных машин и транспортных средств, связанных в едином технологическом процессе.

Опыт эксплуатации отечественных самоходных энергонасыщенных кормоуборочных машин и их сравнение с импортными аналогами ведущих производителей показывает необходимость модернизации с целью увеличения производительности за счет повышения пропускной способности, устранения эффекта забивания и местных потерь в транспортирующей части технологического тракта, что позволит снизить трудовые и материальные затраты на единицу заготавливаемой продукции при эксплуатации.

При разработке и совершенствовании современных кормоуборочных комбайнов важными задачами являются повышение их производительности, снижение потребляемой мощности и улучшение эксплуатационных характеристик. Оптимальное решение данных проблем на этапе проектирования невозможно без использования методов математического моделирования аэродинамических процессов, которые позволяют исследовать как распределение скоростей и давлений в рабочем пространстве технологического тракта комбайна, так и временную эволюцию данных характеристик.

Для этого необходимо создать компьютерную модель движения двухфазного потока «воздух-технологическая масса», которая позволит оптимизировать геометрические параметры основных узлов транспортирующей части технологического тракта влияющих на стабильность движения и целостность двухфазного потока при загрузке в транспортные средства.

Основные исследования в данной области были направлены на изучение кинематики инерционного движения вбрасываемых частиц. Вопросам же взаимодействия воздушного потока с частицами до сих пор не было уделено достаточного внимания, тем более, что воздушный поток в транспортировке материала играет немаловажную роль, в частности при расчете

аэродинамического сопротивления не учитывается изменение скорости движения воздушного потока по длине силосопровода, что приводит к значительному расхождению расчетных и экспериментальных данных.

Отсутствие углубленных исследований в данной области связано в первую очередь со сложностью процесса транспортировки, вызванное большой изменчивостью среды и условий, в которых работают транспортирующие рабочие органы, а также неоднородностью материала транспортировки, широким диапазоном значений его физико-механических параметров, что исключает определение аналитических закономерностей. Однако в последнее время внедрение новых численных методов моделирования и высокопроизводительной компьютерной техники даёт возможность более глубокого исследования:

- взаимодействия перемещаемого материала с воздушным потоком;
- эффекта расслоения и концентрации (смешивания) двухфазного потока;
- взаимодействия частиц измельченного растительного материала различной формы и плотности в воздушном потоке,
- ускоряющего и тормозящего действия воздушного потока при движении в напорной и безнапорной транспортирующей части технологического тракта кормоуборочного комбайна;
- геометрического (конструкционного) воздействия и воздействия трения на структурные, объемные и динамические характеристики двухфазного потока.

Данные исследования позволят получить конструкторские решения по оптимизации конструкции транспортирующей части технологического тракта высокопроизводительного самоходного кормоуборочного комбайна с измельчающим аппаратом барабанного типа производства ОАО «Гомсельмаш».

Литература

1. Крот, А.М. Компьютерное моделирование аэродинамических процессов в транспортирующих органах кормоуборочных комбайнов / А.М. Крот [и др.] // Информатика. – 2006. – № 3. – С. 80–90.
2. Кузьмицкий, А.В. Моделирование процесса движения пневмокормового потока в силосопроводе кормоуборочного комбайна // Кузьмицкий А.В., Авраменко П.В. // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. / Бел. гос. с.-х. акад.; редкол.: В.Р. Петровец [и др.]. – Горки, 2014. – Вып. 1. – С. 132–135.

УДК 631.361.022

ВКЛАД ОРЛОВСКОГО ГАУ В РЕАЛИЗАЦИЮ ЗАДАЧ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

С.А. Родимцев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Орловский государственный аграрный университет
имени Н.В. Парахина», Россия

В настоящее время, парк сельскохозяйственной техники в России характеризуется критической недооснащенностью и высокой степенью износа. По данным за 2017г Росстата, количество тракторов и самоходных уборочных машин сократилось более чем в 6 раз за последние 25 лет. В то же время, показатели загрузки производственных мощностей российских промышленных предприятий сельскохозяйственного машиностроения, в силу различных причин, составляют 40...70%. Поэтому, одними из приоритетных задач Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года, определены проведение НИР и ОКР, разработка новых видов конкурентоспособных сельскохозяйственных машин, а также совершенствование системы подготовки инженерных кадров для сельскохозяйственного машиностроения.

На факультете Агротехники и энергообеспечения и студенческом КБ ФГБОУ ВО Орловского ГАУ, на протяжении ряда лет проводятся исследования в области разработки и оптимизации новых, высокоэффективных ресурсосберегающих и экологических рабочих органов и машин для сельскохозяйственного производства. Работа выполняется в рамках направления «Оптимизация состава машинно-тракторного парка, повышение эффективности процессов технического обслуживания, хранения и ремонта машин, оборудования и рабочих органов, их разработка, совершенствование и обоснование режимов эксплуатации, улучшение условий труда работников АПК» комплексной программы НИР университета. Исследования охватывают как сферу «большой» механизации, так и разработку средств малой механизации селекционно-семеноводческого процесса в растениеводстве.

В числе наиболее значимых разработок - следующие:

- шнеко-лопастное МСУ зерноуборочного комбайна. Молотильный барабан (Патент РФ №2147169) оборудован косо установленными по винтовым линиям противоположных навивок лопастями. Щадящий режим обмолота подверженных высокому дроблению зернобобовых и крупяных культур обусловлен «косым» ударом по хлебной массе, что обеспечивает снижение нормальной составляющей прилагаемого усилия, а также интенсификацией распределения стеблей в молотильном зазоре, что необходимо для улучшения сепарации зернового вороха и снижения вероятности повторных ударов влет по свободному зерну. Изготовление и монтаж нового

МСУ на любые типы барабанно-дековых зерноуборочных машин занимает минимум времени и рассчитано даже на возможности имеющихся в хозяйствах механических мастерских;

- режущая пара соломоизмельчителя-разбрасывателя зерноуборочного комбайна (Патент РФ №2647902) разработана для целей повышения равномерности разбрасывания измельченной соломы и снижения энергоемкости устройства. Эффект достигается за счет использования ножей, швырковые лопасти которых отклонены на угол, обеспечивающий веерное распределение сечки и уменьшение угла атаки частиц, при взаимодействии с направляющей разбрасывателя. Кроме того, противорез имеет вогнутую режущую кромку в форме логарифмической спирали, с полюсом на оси вращения ротора. Этим достигается увеличение длины режущей поверхности, при сохранении габаритов ножа, а также постоянство угла защемления на всем участке резания режущей пары, что, в свою очередь, обуславливает снижение инерционности и энергоемкости при работе измельчителя;

- сноповая молотилка конического типа (Патенты РФ №№2262832, 2245015, 2302099, 2299553), предназначена для обмолота опытного материала с делянок III-IV этапов селекции и первичного семеноводства. Отличительной особенностью машины является: возможность дифференцированного приложения нагрузки к обмолачиваемой массе – с наименьшей угловой скоростью лопастного обмолачивающего элемента, в зоне загрузочного окна, и с постепенным увеличением силы ударного воздействия – в последующих зонах обмолота. Кроме того, благодаря наличию шторочного механизма в подбарабанье и секционного горизонтального транспортера, молотилка обеспечивает фракционное разделение зернового вороха по степени завершенности физиологического созревания семян, что особенно важно, при отборе биологически ценной фракции зерна.

Очень важно, что в работе по созданию и испытанию новых рабочих органов и машин активное участие принимают студенты и аспиранты университета. Разрабатываемые проекты содержат элементы научных исследований, выполненных в ходе подготовки ВКР бакалавров, магистров и аспирантов. Практическая деятельность в СКБ и на кафедрах является дополнительным звеном в подготовке высококвалифицированного инженера.

Значимый фактор процесса реализации инженерных проектов в вузе – возможность проведения полевых испытаний и внедрения в условиях научно-образовательного производственного центра Орловского ГАУ. Общая площадь опытно-производственных полей университета - это более 5 тыс. га, имеющих различные почвенные условия и рельеф. Обладая заслуженным авторитетом одного из ведущих аграрных вузов России, современной сельскохозяйственной техникой, хорошими связями с ее производителями и оригинальными техническими решениями, университет стремится стать признанной площадкой для демонстрации и трансферта инноваций в сфере сельхозмашиностроения.

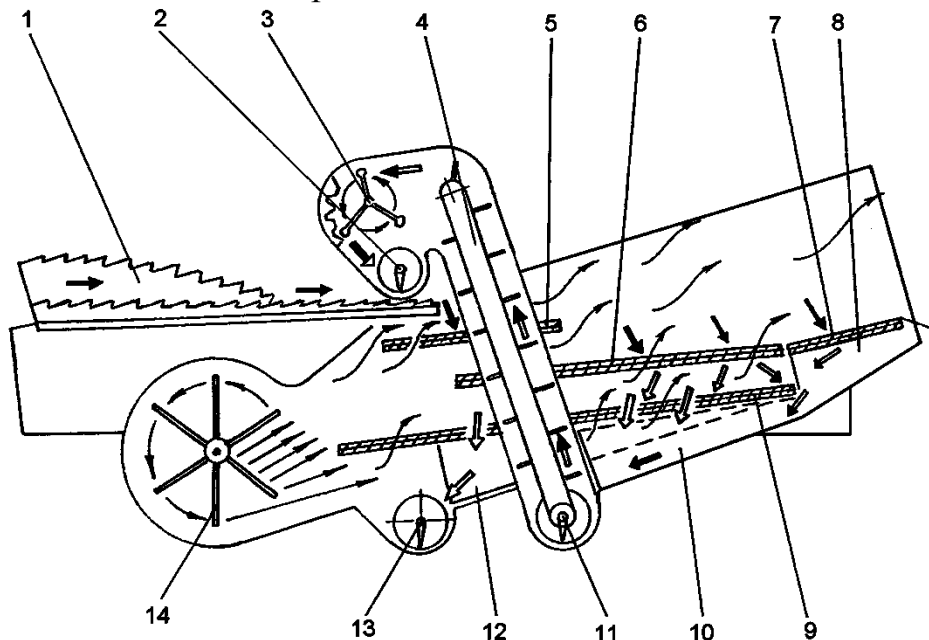
УДК 631.365.4

К ВОПРОСУ О ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ МЕХАНИЗМА ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

В.Б. Попов

УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

Расположенный в самоходной молотилке (СМ) зерноуборочного комбайна «Полесье» механизм очистки (МО) это основной компонент системы очистки, включающей также: вентилятор, щетки, элеватор и поддоны (Рис.1). Известные двухстанные МО зерноуборочных комбайнов в работе характеризуется неуравновешенностью движущихся в противофазе рабочих органов (РО), что способствует снижению эксплуатационной надежности как разъемных соединений, так и несущей конструкции СМ. Каждый из РО представляет собой конструкцию со сложившимся положением рабочих элементов, а также установленным опытным путем законом движения - амплитудой колебаний и траекторией движения характерных точек. Изменение закона движения РО способно отрицательно повлиять на эффективность выполнения процесса очистки - разделение тяжелой и легких фракций зернового вороха. Таким образом, задача выбора внутренних параметров МО отнюдь не тривиальна.



- 1 – стрясная доска; 2 – шнек распределительный; 3 – устройство домолачивающее;
4 – элеватор колосовой; 5 – дополнительное решето; 6 – решето верхнее;
7 – удлинитель; 8 – поддон удлинителя; 9 – решето нижнее; 10 – поддон колосовой;
11 – шнек колосовой; 12 – поддон зерновой; 13 – шнек зерновой; 14 – вентилятор

Рис. 1 - Схема работы системы очистки

Статическое уравнивание двухстанного МО возможно, если его виртуальный центр масс остается неподвижным или движется равномерно и прямолинейно за период полного оборота кривошипа [1].

Выражения для определения координат виртуального центра масс рабочих органов МО имеют следующий вид:

$$X_s = \frac{\sum_{i=1}^n X_{si} m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad Y_s = \frac{\sum_{i=1}^n Y_{si} m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (1)$$

где X_{si} , Y_{si} - координаты перемещения виртуального центра масс МО за цикл; m_i - масса i – того звена

Таким образом, оценить неуровновешенность МО можно уже на этапе выполнения процедуры геометрического анализа (Рис. 2).

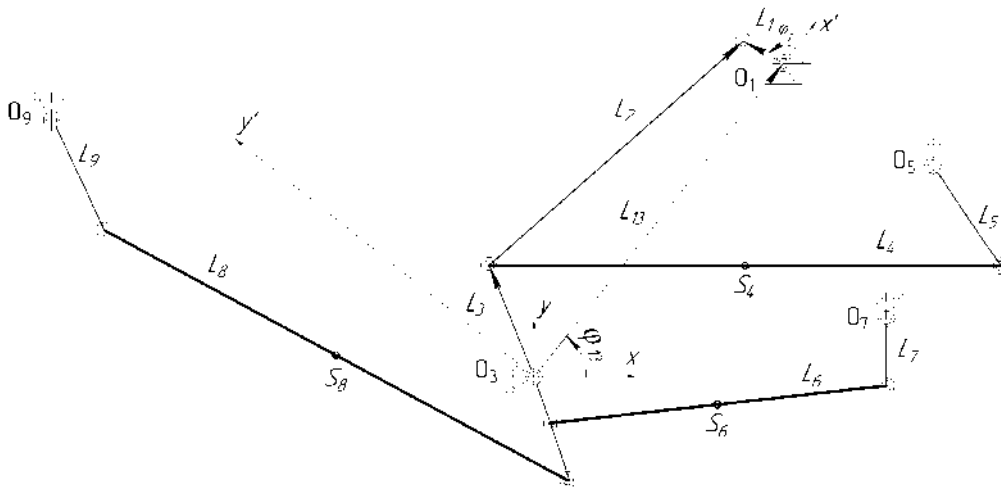


Рис. 2 – Плоский аналог геометрической модели МО комбайна КЗС-10К

Основное силовое воздействие на раму МО оказывают не движущийся поток зернового вороха или вес звеньев механизма, а силы инерции РО, масса которых более чем на порядок выше массы остальных элементов МО.

Следующим показателем качества функционирования МО является разность кинетической энергии - ΔE_{ki} , колеблющихся в противофазе РО.

Изменяющаяся за цикл нагрузка, воздействуя на ведущее звено МО- кривошип L_1 , вызывает соответствующие отклонения его угловой скорости $\Delta \omega_1$, что также характеризует степень неуровновешенности МО.

Все вышеупомянутые выходные параметры и показатели качества определяются в функциональной математической модели (ФММ) анализа свойств МО [2].

Постановка задачи параметрической оптимизации МО требует выбора управляемых параметров, критериев оптимальности, технических ограничений и метода оптимизации [3]. Кроме того, безусловно, необходима, программно реализованная ФММ анализа свойств МО.

В качестве управляемых параметров, определяющих конструктив-

ный вариант МО и влияющих на приведенные выше показатели качества, предлагаются: расположенные на его раме координаты центров неподвижных шарниров кривошипа и подвесок РО - $X_{01}, Y_{01}, X_{03}, Y_{03}, X_{05}, Y_{05}, X_{07}, Y_{07}, X_{09}, Y_{09}$, а также длины кривошипа, шатуна, двуплечего рычага и подвесок - L_1, L_5, L_7, L_9 (Рис.2).

Каждому фиксированному набору управляемых параметров $\vec{X} = \{X_{01}, Y_{01}, X_{03}, Y_{03}, X_{05}, Y_{05}, X_{07}, Y_{07}, L_3, L_{34}, L_5\}$ соответствуют определенные значения критериев оптимальности (показателей качества) $Y_i(X)$:

$$\vec{Y} = \{S, \Delta E_{ki}, \Delta \omega_1, \bar{R}_{01}, \Sigma \bar{R}_{0i}\}, \quad (2)$$

где S - площадь фигуры, описываемая виртуальным центром масс за цикл; $\bar{R}_{01}$, - среднее значение нагрузки на кривошипе; ΣR_{0i} , - среднее суммарное значение сил реакции в остальных неподвижных шарнирах.

Для всех критериев поиск экстремума (минимума) выполняется по методу Монте-Карло, с выбором начальной точки $\vec{X}^0$, представляющей набор исходных данных, характеризующих базовый вариант МО. Последовательно, с помощью датчика случайных чисел, построенного на основе ЛП_т - последовательности [3], выбирается N точек $X_1, X_2, \dots, X_N$, равномерно расположенных в области поиска. Координаты каждой точки определяются по формуле:

$$x_{ij} = x_{i \min} + \xi_{ij} (x_{i \max} - x_{i \min}), \quad i = 1 \dots n, \quad j = 1 \dots N \quad (3)$$

где n – число параметров; ξ_{ij} – случайное число в диапазоне $[0,1]$; $x_{i \min}/x_{i \max}$ – минимальные значения варьируемых параметров.

Искомые значения оптимизируемых параметров должны удовлетворять ряду ограничений, которые делятся на прямые и функциональные. Прямые ограничения касаются предельных значений управляемых параметров, т.е. $\vec{X}_{\min} \leq \vec{X} \leq \vec{X}_{\max}$

К функциональным ограничениям относятся законы движения РО, и соблюдение правила “существования треугольника” (одна сторона треугольника всегда меньше двух других), формирующихся из четырехзвенников замкнутой кинематической цепи (Рис.2).

Синтезируя МО, приходится удовлетворяться его частичным уравновешиванием, которое по нашему мнению выражающемся в сокращении площади фигуры, описываемой центром масс МО за цикл.

Литература

1. Щепетильников В.А. Уравновешивание механизмов. – М.: Машиностроение. 1982.- 256с.: ил.

УДК 004.94; 519.85; 631.3

САПР КОНСТРУКЦИИ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ НА БАЗЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Ю.М. Кротюк, А.Г. Гривачевский

ГНУ «Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси»,
Минск, Беларусь

Для построения САПР конструкции почвообрабатывающих агрегатов были использованы инструментальные программные средства из состава Интегрированной среды информационной поддержки процессов проектирования и инженерного анализа конструкции сложных технических объектов (ИСППИА) [1-2].

ИСППИА представляет собой операционную среду с набором инструментальных средств (программных компонент) для компьютеризации инженерной деятельности и позволяет реализовать ряд функциональных задач, возникающих при конструкторско-технологическом проектировании:

- создания и ведения базы нормативных данных;
- управления процессом выполнения проектных процедур;
- ведения библиотеки моделей элементов конструкции, типовых узлов, и проектов - аналогов;
- поддержки процессов формирования конструкции из типовых элементов;
- поддержки процессов расчета параметров элементов конструкции;
- поддержки процессов расчета параметров конструкции;
- поддержки процессов подготовки данных для инженерного анализа элементов и узлов конструкции;
- поддержки процессов формирования результатов инженерного анализа конструкции и их документирования;
- автоматизации процесса формирования спецификаций конструкции;
- поддержки процесса формирования технологической документации.

В качестве объектов проектирования для построения САПР и реализации расчетных процедур были выбраны широкозахватные пахотные агрегаты и машины для ухода за мелиоративными каналами (каналоочистители и косилки-измельчители). Функциональным назначением САПР в заданной предметной области является автоматизация проектирования рамных конструкций широкозахватных пахотных агрегатов и ротационных рабочих органов машин для ухода за мелиоративными каналами, создание чертежей элементов конструкции и сборочных моделей элементов конструкции, а также информационная поддержка конструктора в процессе инженерного анализа полученных решений.

Для обеспечения поддержки процессов инженерного анализа конструкций и выполнения прочностных расчетов используются программные средства расчета элементов конструкций, программные средства расчета конструкций и программные средства подготовки расчетных данных для пакета LS-DYNA. Данные ПК обеспечивают интеграцию инженерных пакетов ANSYS и LS-DYNA с базовой системой геометрического моделирования и позволяют проводить численное моделирование конструкций в различных постановках (одномерный случай на базе конечных элементов BEAM, трехмерный случай на базе конечных элементов BEAM, трехмерный случай на базе конечных элементов SOLID).

Структура САПР почвообрабатывающих агрегатов допускает расширение, совершенствование и обновление средств автоматизации проектирования без изменения основной части комплекса. При этом важным аспектом является возможность совершенствования и адаптации к условиям конкретного производства самими пользователями.

Экономический эффект от использования САПР почвообрабатывающих агрегатов формируется за счет сокращения количества прототипов нового изделия с 5-ти до 3-х, сокращения изменений в конструкции после запуска ее в производство и сокращения времени на проектирование и запуск изделия средней сложности в производство на 20-30%.

Литература

1. Кротюк, Ю.М. Опыт создания САПР на базе инструментальных программных средств построения интегрированной среды проектирования сложных технических объектов / Ю.М. Кротюк, А.Г. Гривачевский // Сотрудничество – катализатор инновационного роста – Сб. материалов 2-го Белорусско-Прибалтийского форума (6-7 октября 2016 года, Минск). – Минск: БНТУ, 2016. – С.50-52.
2. Кротюк, Ю.М. Система информационной поддержки процессов проектирования агрегатов для обработки почвы/ Ю.М. Кротюк, А.Г. Гривачевский // Сотрудничество – катализатор инновационного роста – Сб. материалов 3-го Белорусско-Прибалтийского форума (19-20 октября 2017 года, Минск). – Минск: БНТУ, 2017. – С.57-58.

УДК 658.5122; 621.9.06.002

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОСЕРВИСА

А.Г. Гривачевский, Р.Л. Кулик

ГНУ «Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси»,
Минск, Беларусь

Автоматизация процессов технологической подготовки производства для предприятий агросервиса позволит не только повысить качество и снизить трудозатраты при проектировании технологических процессов изготовления деталей, но и обеспечить выпуск технологической документации на уровне современных стандартов, а также в известной степени решить проблему дефицита квалифицированных технологов. Характерной особенностью предприятий агросервиса является мелкосерийный и серийный характер производства, что естественно находит отражение в методике разработки технологических процессов, их оптимизации, выборе средств технологического оснащения, проведении нормативных расчетов.

С учетом этих особенностей в ОИПИ НАН Беларуси в рамках одного из заданий ГНТП «Интеллектуальные информационные технологии» ведется разработка системы автоматизированного проектирования технологических процессов для предприятий ОАО «Минский Агросервис» и ОАО «Светлогорский Агросервис».

Система включает следующие основные компоненты:

- CAD – система (графический пакет);
- система управления базами данных;
- база данных технологического назначения, подключенная к СУБД;
- архив изделий (система электронного управления составом изделий);

Объектно-ориентированные модули автоматизированного проектирования техпроцессов:

- модуль механической обработки на универсальном оборудовании деталей всех технологических групп;
- модуль холодной штамповки;
- модуль сварки;
- модуль гальванических покрытий;
- модуль лакокрасочных покрытий;
- модуль раскладки деталей для резки на гильотинных ножницах;
- модуль для раскроя деталей из прутка;
- проблемно-ориентированный программный модуль генерации форм технологических и других документов;

- архив техпроцессов (система электронного управления технологической документацией);
- проблемно-ориентированный программный модуль связи с информационными системами предприятия.

Для разработки технологической документации по переделам используется условно-постоянные данные из базы данных, с возможностью добавления и редактирования этих данных. Затем результаты работы модулей передаются в архив техпроцессов автоматизированной системы.

Условно-постоянные данные содержат информацию об основных материалах, заготовках и сортаменте, оборудовании, оснастке, типовых операциях, переходах, комплексных технологических процессах.

Предусматриваются следующие режимы проектирования: автоматическое (для деталей типовых конфигураций), диалоговое, по аналогу. Пилотная версия проекта внедрена в ОАО «Минский Агросервис».

В частности разработаны и внедрены программы автоматизированного проектирования технологических процессов на детали типа «валы», «фланцы», «втулки», «крышки».

Предусматривается дальнейшее развитие программных средств на базе использования комплексных технологических процессов с ориентацией на такие типы деталей как:

- шестерни цилиндрические и конические;
- червяки и червячные колеса;
- плоские и корпусные детали;
- детали из профильного проката.

В состав комплекса программных средств входит графический пакет «Компас».

В качестве операционных систем для рабочих мест пользователей должны использоваться Windows 7 и выше.

Для обеспечения производительной работы пользователей рабочие станции комплекса должны строиться на базе компьютеров со следующими параметрами:

- процессор с количеством ядер не менее 2 и с тактовой частотой 2,7 ГГц или выше;
- не менее 2 Гб оперативной памяти;
- 5 Гб свободного места на диске;
- видеопамять не менее 256 Мб.

В качестве СУБД для работы используется СУБД MS SQL Server.

Ожидаемые показатели эффективности от реализации проекта:

- сокращение сроков технологической подготовки производства на 45-50%;
- экономия металлопроката на 5-10%.

УДК 631.354

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.В. Клочков, В.В. Гусаров, Р.В. Богатырев

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Беларусь

Показатели использования зерноуборочных комбайнов в значительной степени зависят от условий уборочного сезона и урожайности убираемых полей. В этой связи условия 2017 года характеризовались благоприятным течением основных факторов и итоговым намолотом более 7,5 млн. т зерна. В 2018 году погодные и другие условия осложняли развитие посевов и привели к итоговому намолоту 5,2 млн. т (на 7.09.2018 г.). Поэтому сравнение результатов в 2017-2018 гг. раскрывает реальные пределы изменения показателей использования зерноуборочных комбайнов. Существенным обстоятельством является также то, что количество зерноуборочных комбайнов в Беларуси продолжает сокращаться (Табл. 1).

Табл. 1 - Наличие и использование зерноуборочных комбайнов в сезон уборки

Регионы	Наличие комбайнов		На 19.07.2018		На 24.07.2018	
	на 1.01.2017	на 1.01.2018	наличие	работало	наличие	работало
Брестская	1 522	1 507	1478	921	1480	1092
Витебская	1 771	1 587	1482	12	1482	156
Гомельская	1 395	1 354	1485	375	1485	1202
Гродненская	1 622	1 585	1305	453	1298	181
Минская	2 270	2 172	2127	544	2123	979
Могилевская	1 409	1 312	1264	261	1259	286
Республика Беларусь	9989	9517	9141	2566	9127	3896

В том числе по техническим причинам по состоянию на 24.07.2018 г. простаивало 215 комбайнов.

Проведены подсчеты намолоченного зерна в расчете на один работавший (на 24.07. 2018 г.) и на один имеющийся на эту дату комбайн. Средний намолот на комбайн по Беларуси на этот период составил 500 т зерна. По результатам 2017 года по состоянию на 14 июля по данному показателю лидировала Брестская область с показателем 747,9 т на комбайн, где уже было убрано 91,7 % площадей.

Итоговые показатели намолотов зерна по областям и в среднем по Республике Беларусь в 2018 году представлены на рисунке 1.

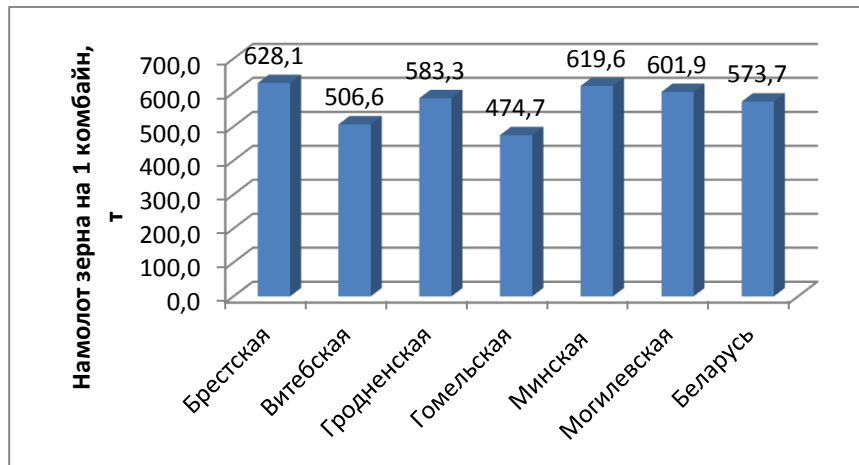


Рис.1 - Средние показатели намолотов зерна на комбайн к окончанию уборки (на 07.09.2018 г.)

По областям удельные намолоты на комбайн находились в пределах 506,6-628,1 т/комбайн, кроме Гомельской области, где данный показатель составил 474,7 т/комбайн. Объясняется это более низкой урожайностью вследствие засухи.

Однако во всех регионах Беларуси определились устойчивые лидеры по намолотам, которые отражают высокие потенциальные возможности современных зерноуборочных комбайнов. Таким образом, и в этом году убедительно доказана возможность получения реальных намолотов на комбайн в количестве 2-3 тысяч тонн зерна.

Итоги использования зерноуборочных комбайнов в 2017-2018 гг. подтверждают потенциальные возможности повышения намолотов зерна в условиях сокращения численности комбайнового парка. Необходимо обеспечить условия сокращения фактических сроков уборки урожая зерновых и зернобобовых культур. В марках зерноуборочных комбайнов «ПАЛЕССЕ» предлагаем указывать потенциальные возможности сезонного намолота зерна: 1000 т; 1500 т; 2000 т. Это будет ориентировать потребителей на повышение эффективности использования комбайнов.

Литература

1. Уборочные машины «ПАЛЕССЕ»: пособие / А.В. Клочков, О.В. Рехлицкий, П.М. Новицкий, В.Г. Ковалев, И.В. Волков, Ю.М. Поздняков, П.П. Садов /Под ред. А.В.Клочкова – Минск, 2016. – 88 с.
2. Определение основных параметров настройки и производительности зерноуборочного комбайна: метод, указания по выполнению курсовой работы / БГАТУ, Кафедра сельскохозяйственных машин; сост.: В.И. Ходосевич [и др.]. - Минск: БГАТУ, 2007. - 56 с.
3. Клочков А.В. Урожай-2018: предварительные итоги. Белорусское сельское хозяйство, август 2018, стр. 91-95.

УДК 658.012.011.56:061.5/6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНФИГУРАЦИЯМИ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ И СЕРВИСНОМ ОБСЛУЖИВАНИИ

Е.П. Кукареко¹, С.В. Коровкин¹, А.Г. Гривачевский²

¹ ООО «Омегасофт» Минск, Беларусь,

² ГНУ «Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси»,
Минск, Беларусь

Для сложных изделий машиностроения, в том числе, сельхозтехники, выпускаемых серийно, общемировой практикой является конфигурирование изделий под заказ потребителя.

При этом инженерные данные, подготовка производства, производство и сервисное обслуживание должны быть организованы с учетом различия в комплектациях изделий. Затраты по производству изделий в заказных комплектациях не должны превышать затраты на производство не конфигурируемых изделий.

Управление конфигурациями изделий, как правило, имеется в функциональности современных систем управления данными и жизненными циклами изделий (PDM/PLM систем). Однако, при использовании PDM/PLM систем отдельно, в конфигурировании изделий, возникают проблемы формирования и интерпретации данных о конфигурации в системах управления производством и сервисном обслуживании изделий.

В докладе представлена функциональность по управлению конфигурациями изделий сельхозтехники в автоматизированной информационной системе Omega Production, используемая не только в управлении данными об изделиях, но в системе управления производством и сервисным обслуживанием изделий.

Система Omega Production, это отечественная автоматизированная система управления производством, специализированная для предприятий дискретного производства со сложной структурой продукции, в которой на единой платформе электронного технического документооборота реализованы как модули управления данными и жизненными циклами изделий, так и модули управления производством и сервисным обслуживанием.

Пилотным предприятием, на базе которого развивался функционал системы по управлению конфигурациями изделий как в инженерных данных, так и в управлении производством (в том числе по ГНТП «CALS-технологии»), среди белорусских предприятий является Минский тракторный завод. В настоящее время вся сельскохозяйственная техника, выпускаемая предприятием, производится только в заказных комплектациях.

Основными конструкторскими документами, используемыми для конфигурирования, являются:

- вариантные (общие) спецификации, в которых задается конструкторская структура сборочных единиц, имеющих большое количество вариантов комплектования;

- общая функциональная спецификация, в которой представлены проработанные в конструкции вариантные функциональные свойства изделия, доступные для выбора в виде опций при его заказе;

- матрицы собираемости, обеспечивающие ведение данных о функциональных свойствах конструктивных элементов и используемые для автоматического выбора элементов комплектации по их функциональным свойствам.

В отличие от других систем, в Omega Production выполнено разделение по типам вариантных и точных спецификаций. Точные спецификации могут использоваться непосредственно в управлении производством. По вариантным спецификациям для управления производством выполняется автоматическая генерация точных комплектаций узлов (ТКУ). Технологические данные определяются и ведутся относительно вариантных спецификаций. При использовании ТКУ в управлении производством технологические данные для них автоматически наследуются от соответствующих вариантных спецификаций.

Для управления производством изделий в заказных комплектациях формируются:

- функциональные спецификации заказных комплектаций (ФСК), которые являются документами службы маркетинга, и отражают заказанные потребителем значения функциональных свойств для комплектации изделия по заказу;

- контрактные спецификации заказных комплектаций (КСК), формируемые службой маркетинга как документы, определяющие структуру и состав изделия для производства в соответствии с опциями заказа. КСК формируются программно на основании данных ФСК. При формировании КСК автоматически генерируются точные комплектации узлов для спецификаций по составу изделия, являющихся вариантными. Версии ТКУ и коды комплектаций для ТКУ формируются программно по специальному алгоритму.

Одним из необходимых элементов при сервисном обслуживании изделий являются электронные каталоги.

Для конфигурируемых изделий в электронных каталогах должна быть обеспечена следующая функциональность:

- формирование общего каталога по изделию, в котором представлены элементы по всем вариантам его комплектования, и возможностью выбора по VIN-коду элементов, относящихся к комплектации данного физического изделия;

- генерация на основании общего каталога электронного каталога, описывающего конкретную комплектацию изделия.

Функционал формирования каталогов для конфигурируемых изделий реализован в системе Omega Production.

УДК 621.793.7

ТЕХНОЛОГИИ ГАЗОПЛАМЕННОГО НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ АПК

А.Ф. Ильющенко, М.А. Андреев, Е. Д. Манойло, Ф.Е. Онащенко
ОХСП «Институт сварки и защитных покрытий»
ГНУ «Институт порошковой металлургии» НАН Беларуси»,
Минск, Беларусь

В процессе работы рабочие органы сельскохозяйственных машин подвергаются различным видам воздействия окружающей среды, включая коррозию, эрозию, абразивный износ, ударные нагрузки, их совместное воздействие, при этом срок службы различных деталей составляет от нескольких смен до сезона.

Решить многие вопросы защиты деталей сельскохозяйственных машин позволяют технологии газопламенного нанесения покрытий (ГНП) из порошковых материалов, которые отличаются простотой, экономичностью и невысокой удельной стоимостью, поэтому их объем на рынке постоянно растет. Однако в настоящее время в нашей республике использование таких технологий остается недостаточным.

Разработанные нами ранее технологии упрочнения: лап сеялок РУП «Лидагропромаш» и режущих кромок ножей комбайна КПК-3000 ОАО «Гомсельмаш» газопламенным напылением покрытий порошками самофлюсующегося никелевого сплава с последующим индукционным позволило увеличить срок службы деталей с покрытием в 4 раза и 10 раз, соответственно. В обоих случаях использовался «двухстадийный» процесс, в соответствии с которым операции напыления и оплавления выполняются раздельно.

В настоящее время компания Oerlikon Metco (Швейцария) производит более 120 порошков для газопламенного напыления покрытий. Они включают: чистые металлы, Al, Cu, Mo и Ni; самофлюсующиеся сплавы на основе никеля и кобальта; механические смеси самофлюсующихся никелевых сплавов с 35, 50 и 80%WC12Co; сплавы на основе железа, легированные Cr, Ni, Mo, Al; сплавы на основе Al, Co, Cu, легированные Si, Cr, Mo, Fe, Ni; сплавы на основе никеля, легированного Al, Cr, Mo, Si, B, Fe; самооплавляющиеся порошки на основе карбидов Cr_3C_2 , WC12Co; керметы: Al_2O_3 30(Ni20Al), MgZrO_3 35NiCr, MgZrO_3 26Ni 7Cr 2Al; 39 керамик на основе: оксида алюминия, оксида хрома, оксида титана, оксида циркония; материалы для регулирования зазоров уплотнений турбин на основе: алюминия, кобальта, меди, никеля; диоксида циркония: (ZrO_2 7,5Y₂O₃ 0,7BN 4,5Polyester), полимер Polyester Aromatic.

Фирма Castolin S.A. (Швейцария) для газопламенного напыления покрытий различного функционального назначения производятся более 50 порошков. Они включают: самофлюсующиеся сплавов серии Eutalloy RW 12 000, 2 из которых содержат 35 и 40 % карбида вольфрама и

1 специальный порошок для защиты деталей мусороперерабатывающего оборудования; порошки для «холодного» одноступенчатого напыления покрытий с подслоем сцепления» серии RotoTec 19 000 и 1сплав Ni-Al-Mo серии RotoTec 51 100; порошки для «холодного» одноступенчатого напыления покрытий (без подслоя сцепления) серии ProXon 21 000; порошки серии MetaCeram 28000 и MetaCeram 28095 для «холодного» напыления керамических покрытий и тугоплавкого металла Mo; порошки для нанесения полимерного покрытия (Полиамид 11) серии CastoPlast 31200 и металлов с низкой температурой плавления серии MicroFlo LT 29000.

Разработанные нами технологии позволяет использовать для нанесения покрытий практически все порошки для напыления покрытий, выпускаемые различными фирмами мира, включая Oerlikon Metco и Castolin S.A. (Швейцария).

Созданный нами новый процесс - непрерывное газопламенное нанесение покрытий (НГНП) в соответствии с которым подогрев поверхности детали, нанесение покрытия и его оплавление осуществляется одним аппаратом ТЕНА-ГНпм повышенной мощности ($N \sim 85$ кВт), без перерывов между операциями, позволил расширить применение покрытий из самонапламеняющихся никелевых сплавов. Данная технология прошла испытания при нанесении покрытий толщиной от 1 до 15 мм: при ремонте ленты спирали шнекового вала длиной около 7 м, диаметром более 600 мм и массой – около 1000 кг в условиях Брестского мусороперерабатывающего завода; при восстановлении внутренней цилиндрической поверхности (диаметр 180 мм, ширина 120 мм, величина износа - до 10 мм) чугунных ступиц трактора диаметром 450 мм массой - более 30 кг; при восстановлении изношенных плунжеров насосов SPM-2000 (ООО «ИВК ЭТАЛОН», Россия) массой более 20 кг, длиной 320 мм, диаметром 125 мм. НГНП может быть использовано детали нанесения покрытий на детали типа противорежущий брус ОАО «Гомсельмаш».

Другая технология - газопламенное струйное нанесение покрытий, позволяет формировать покрытия с высокой прочностью и твердостью из различных материалов, включая аморфные сплавы, металлокерамические соединения, оксидные керамики и т.п. Важным отличием данной технологии является напыление покрытий расплавленными частицами, движущимися с высокой скоростью – до 300 м/с и более. Данная технология была использована нами при восстановлении барабана (диаметр 1250-1600 мм, ширина 250-350 мм) флексографической печати непосредственно на предприятии СП ЗАО «БИГАН» г. Гродно. Нанесение покрытия порошком аморфного сплава «БХМ» (19-21Cr, 3,5-4 В, 23-28 Мо, 0,15 С, 0,1 Si, 1 Fe и Ni – остальное), производства ООО «ТЦ Техникорд» (Россия). Твердость напыленного покрытия составляет 70-74 HRC. Аморфное покрытие обеспечило защиту от разрушения поверхности барабана при снятии остатков краски ножом твердостью 60 HRC в течение года и продолжает эксплуатироваться.

В настоящее время нами ведутся работы по комплексному решению вопросов защиты деталей от различных видов разрушения, путем создания керамических, композиционных и др. материалов и технологий газопламенного нанесения покрытий с высокой производительностью и качеством.

УДК 629

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КЗС-4118К. БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГАЗОБАЛЛОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

О.В.Рехлицкий, Г.В.Ермольчик
НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь

В ходе проведения уборочных работ в 2017 и в 2018 годах газомоторный зерноуборочный комбайн КЗС-4118К доказал свою высокую надежность и экономичность. Расширенные полевые испытания позволили ОАО «Гомсельмаш» утвердиться в правильности принятого решения развивать газомоторное направление в производстве сельскохозяйственных машин и приступить к подготовке серийного производства комбайна. Ряд зарубежных партнеров выразили заинтересованность в проведении собственных испытаний комбайна КЗС-4118К в рамках реализации региональных проектов по переводу техники, в том числе сельскохозяйственной, на газомоторное топливо.

Для безопасного использования метана в качестве газомоторного топлива, на всемирном форуме по согласованию правил безопасности в области транспортных средств приняты правила ECE R110 [1], в основу которых положен документ ECE/TRANS/WP.29/GRSG/2013/7 с поправками, одобренными GRSG на ее шестьдесят шестой сессии в июне 2013 года. Этот текст утвержден на всемирном форуме по согласованию правил в области транспортных средств (WP.29), а так же Административным комитетом AC.1.

Данные правила [1] обозначают фундаментальные требования к испытаниям элементов газобаллонного оборудования (ГБО), нормируют способы их применения, установки и конструирования. Правила направлены на комплексное обеспечение безопасности механических средств, которые включают в себя:

- официальное утверждение безопасности всех компонентов ГБО;
- требования к установке элементов специального оборудования для использования сжатого природного газа и/или сжиженного природного газа в двигателе транспортного средства;
 - соответствие производства;
 - санкции за несоответствие производства;
 - технические требования к элементам оборудования КПП и/или СПГ;
- основные характеристики элементов оборудования КПП/СПГ.

Благодаря сформированному подходу контроля безопасности компонентов, производители газомоторной техники имеют право реализации

продукции на мировых рынках только в случае использования компонентов ГБО имеющих сертификат соответствия ECE R 110.

В качестве компонентов ГБО самоходного зерноуборочного комбайна GS4118K используются комплектующие изделия, которые подтвердили свою безопасность в многочисленной коммерческой технике, автобусах и нефтегазовой отрасли. Каждый компонент сертифицирован и испытан в соответствии с ECE R 110 (Рис. 1).



Рис. 1 – Концепция безопасности ГБО зерноуборочного комбайна GS4118K

Литература

1. Правила ЕЭК ООН N 110 (пересмотр 1) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения: I. Элементов специального оборудования механических транспортных средств, двигатели которых работают на сжатом природном газе (СПГ) ECE/TRANS/WP.29/2013/101 – 230 с.

УДК 631.354.2.076

СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КЗС-3219КР

И.А. Баран, А.Н. Вырский, Д.Н. Иванов
НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь

Использование современных компьютерных технологий сегодня является для предприятия не способом получения конкурентного преимущества, а фактически условием конкурентоспособности [1].

В зерноуборочном комбайне КЗС-3219КР установка роторных соломосепараторов привела к увеличению загрузки решетчатого стана соломы частями, поступающими из роторов, что вызвало необходимость увеличения общей мощности аэродинамического потока в системе очистки и повышения равномерности распределения скоростей потока по ширине решет. При этом для повышения эффективности очистки и снижения потерь зерна скорость воздушных потоков по длине решет должна плавно снижаться от начала до конца решет, имея определенный угол между вектором скорости и плоскостью решета (для создания эффекта кипения массы).

Зерноуборочный комбайн КЗС-1218 при ширине очистки 1500 мм имеет 2 ротора центробежного вентилятора, при этом запитка роторов осуществляется с торцов двух корпусов. Как показало компьютерное моделирование работы вентиляторов, использование 4-х роторов вентилятора вместо 2-х и соответствующее увеличение в 2 раза общей площади запитки роторов, при одинаковой ширине очистки, позволяет существенно увеличить мощность потока воздуха в системе очистки и повысить равномерность распределения воздуха по ширине решет.

Модель 4-х корпусного вентилятора представлена на рисунке 1.

Для получения заданного распределения скорости потока по длине решет были проведены расчетные и экспериментальные исследования аэродинамики системы очистки с различным положением направляющих потока 1-4 (Рис. 1), в результате чего подобрано оптимальное положение направляющих. Эффективность предложенных изменений была подтверждена в сезонах испытаний 2017-2018 годов.

Распределение аэродинамических потоков в усовершенствованной системе очистки комбайна КЗС-3219КР представлено на рисунке 2.

Внедренная в процесс проектирования новой техники методика компьютерного моделирования аэродинамических потоков в системе очистки зерноуборочного комбайна совместно с экспериментальными исследованиями позволяет подобрать оптимальные конструктивные параметры технологического тракта для получения заданной производительности зерноуборочного комбайна [2].

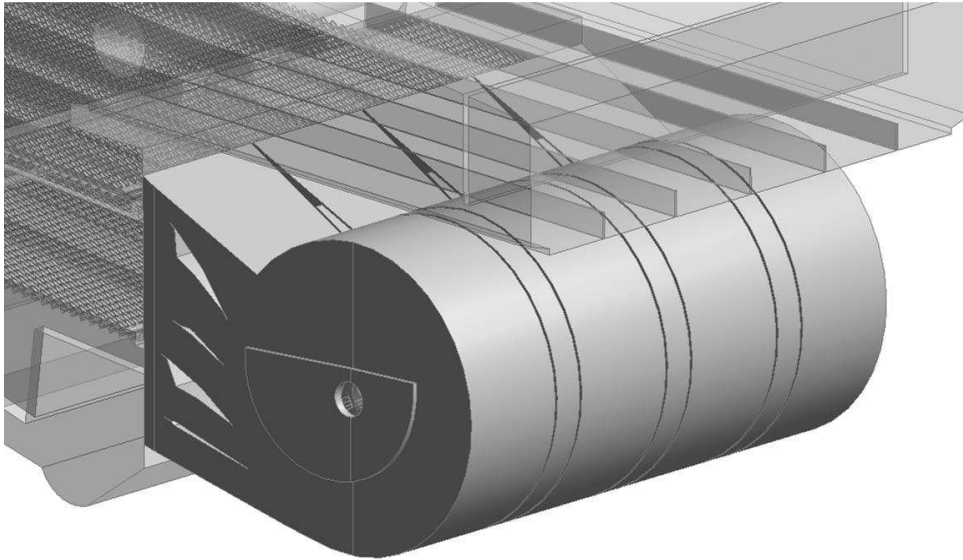


Рис. 1 - Модель усовершенствованного вентилятора системы очистки комбайна КЗС-3219КР

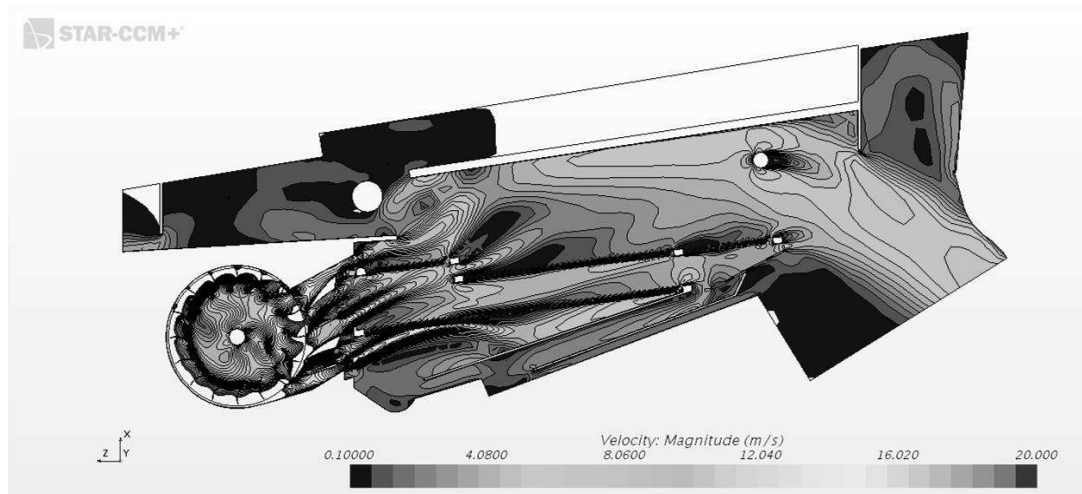


Рис. 2 - Поля распределения скоростей аэродинамического потока в усовершенствованной системе очистки КЗС-3219КР

Литература

1. Баран И.А., Вырский А.Н., Труханович С.В. Использование компьютерного моделирования аэродинамических потоков при проектировании систем очистки зерноуборочных комбайнов / Молодежь в науке — 2014 : приложение к журналу "Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі" : [материалы Международной научной конференции молодых ученых, Минск, 18—21 ноября 2014 г.] : в 5 ч.. Ч. 3: Серия физико-технических наук; Серия физико-математических наук. Минск 2015 — с.56-61
2. Крот А.М. Компьютерное моделирование пароводяных потоков внутри рабочей камеры микротурбины и оценивание коэффициента полезного действия для усовершенствования конструкции турбоагрегата / А.М. Крот, П.П. Ткачева, И.Н. Спагар // Информатика. — 2017. - №. 2(54).

УДК 631.354.2

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ТРАНСФОРМАЦИИ КРЫШИ БУНКЕРА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

А.А. Калиновский

НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь

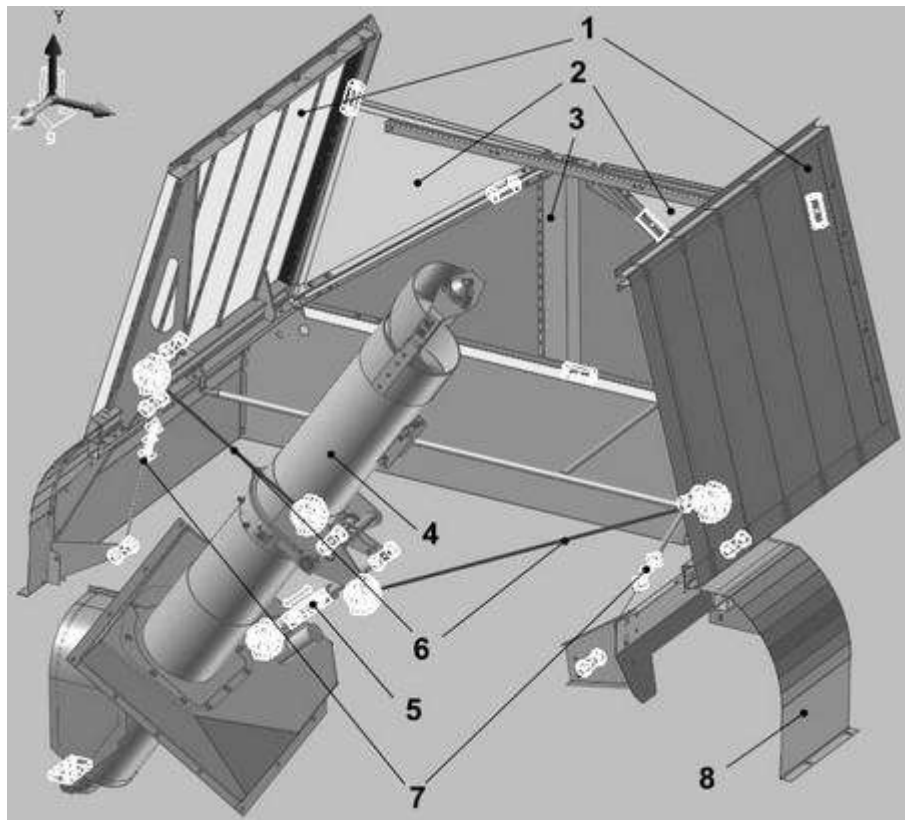
Неотъемлемой частью зерноуборочного комбайна является зерновой бункер, предназначенный для сбора зерна во время работы комбайна. В современных реалиях, когда идет постоянное увеличение производительности комбайнов, объем зернового бункера становится одним из существенных факторов, определяющих эффективность использования комбайна по времени, так как он влияет на частоту выгрузки зерна в транспортное средство и соответственно на простой комбайна. Увеличение объема бункера ограничивается габаритными размерами комбайна. Поэтому производители зерноуборочных комбайнов применяют механизмы трансформации крыши бункеров, увеличивающих их объем при тех же транспортных габаритах. Данное техническое решение приводит к увеличению высоты столба зерна над загрузным шнеком при заполненном бункере. Для компенсации данного эффекта применяют загрузные шнеки с механизмом подъема при открывании створок. Объединение этих механизмов в один уменьшает количество исполнительных элементов, но приводит к существенному усложнению конструкции общего механизма.

Объектом исследования является механизм трансформации крыши зернового бункера и подъема/опускания загрузного шнека зерноуборочного комбайна КЗК-3219КР производства ОАО «Гомсельмаш». Механизм включает в себя основные, боковые и вспомогательные створки, а также складывающийся шнек. В качестве исполнительного элемента выступает электромеханизм, установленный на загрузном шнеке.

Расчет данного пространственного механизма трансформации усложняется тем, что он не может быть приведен к плоскому, так как оси поворота основных створок и складывающейся части шнека не являются параллельными. Также механизм имеет излишнюю наложенную кинематическую связь, т.е. связь между двумя основными створками осуществляется с одной стороны через боковые и вспомогательные створки, а с другой стороны через тяги. В результате одним из факторов работоспособности конструкции является обеспечение синхронного движения основных створок.

Для кинематического расчета данной конструкции использовался современный программный комплекс виртуального моделирования механических систем, позволяющий строить расчетную трёхмерную модель с учетом массово-инерционных характеристик элементов конструкции.

На рисунке 1 представлена расчетная схема механизма трансформации крыши зернового бункера.



1 – основные створки, 2 – боковые створки, 3 – промежуточные створки, 4 – складывающаяся часть щека, 5 – электромеханизм, 6 – тяги, 7 – пневмопружины, 8 – рама бункера

Рис. 1 - Расчетная схема механизма трансформации крыши

В результате моделирования были получены перемещения, скорости и ускорения элементов конструкции, определено требуемое усилие на электромеханизме для подъёма/опускания створок во всем диапазоне открывания.

В качестве критерия оценки несинхронности движения основных створок выступала величина смещения в шарнире крепления тяги, в котором была введена дополнительная подвижность вдоль оси тяги. Используя пошаговую оптимизацию методом последовательных приближений был проведен подбор точек крепления тяг, таким образом, чтобы минимизировать величину смещения в шарнире. В результате величина смещения составила не более 0.5 мм во всем диапазоне открывания крыши, что приемлемо для данной тонкостенной конструкции, податливость которой компенсирует данную величину.

Использование современного программного комплекса виртуального моделирования механических систем позволило на ранней стадии проектирования механизма трансформации крыши бункера провести его анализ и оптимизацию.

УДК 631.3

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА ЭНЕРГОЗАТРАТ В ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕМ АППАРАТЕ БАРАБАННОГО ТИПА

С. И. Кирилук, А.В. Голопятин

УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

Рассмотрим процесс измельчения и транспортировки измельченной растительной массы в измельчающем барабане измельчающего барабана кормоуборочного комбайна (Рис. 1). Растительная масса после резания начинает разгоняться ножами и опорами измельчающего барабана, в итоге приобретая такую же окружную скорость, как и ножи. Измельченный материал, двигаясь по граням опоры и лопасти ножа, при достижении поверхности кожуха под действием центробежной силы прижимается к ней, образуя между стенкой кожуха и лопастью ножа и гранью опоры компактную порцию.

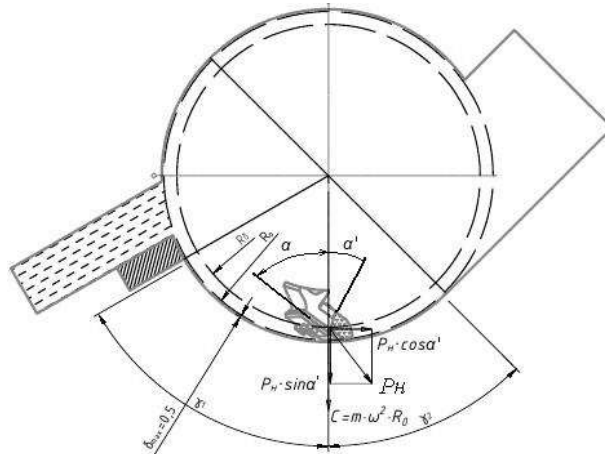


Рис. 1 - Схема работы измельчающего барабана

Окончание формирования компактной порции происходит при повороте измельчающего барабана на угол $\gamma_1 \approx 60 - 70^\circ$. Дальнейшее движение указанной порции сопровождается её трением о цилиндрическую поверхность кожуха до начала его выброса в горловину, что соответствует повороту барабана на угол $\gamma_2 \approx 40 - 50^\circ$.

Сила трения, возникающая у поверхности кожуха, будет [1]:

$$F_T = f \cdot C = f \cdot m \cdot \omega^2 \cdot R_0,$$

где $C = m \cdot \omega^2 \cdot R_0$ центробежная сила, Н; ω – угловая скорость ножа, с^{-1} ; R_0 – радиус центра тяжести порции, м; m – масса порции материала, кг; f – коэффициент трения материала о стенку кожуха.

Помимо силы трения, нож при перемещении порции растительной массы по стенке кожуха должен преодолеть силу F_r от заклинивания из-

мельченной растительной массы между ножом опорой ножа и стенкой кожуха $F_T = F_t + F_r$. Разложив нормальную силу P_H , действующую со стороны ножа и опоры на растительную массу, на составляющие: параллельную касательной к кожуху, которая и является силой, преодолевающей сопротивление перемещению растительной массы по кожуху: $F_t = P_H \cos \alpha'$, и радиальную $F_r = f \cdot P_H \sin \alpha'$, последняя и является дополнительной силой сопротивления перемещению материала по кожуху. Где угол между опорой и вертикальной осью $\alpha' = 20 - 25^\circ$. Таким образом, согласно выше приведенных формул получим.

$$F_T = P_H \cos \alpha' = f \cdot m \cdot \omega^2 \cdot R_0 + f \cdot P_H \sin \alpha' \quad (1)$$

$$\text{Откуда находим: } P_H = \frac{f \cdot m \cdot \omega^2 \cdot R_0}{\cos \alpha' - f \cdot \sin \alpha'}.$$

Подставляя значение силы P_H в уравнение (1) получим окончательно:

$$F_T = f \cdot m \cdot \omega^2 \cdot R_0 \left(1 + \frac{f \tan \alpha'}{1 - f \tan \alpha'} \right) \quad (2)$$

Согласно уравнению (2) для радиально направленной грани ножа либо опоры (при которой $\alpha' = 0$) сила F_2 от заклинивания отсутствует, т.е. $F_T = F_1$. При отклонении опоры ножа назад с увеличением угла α' сила F_T возрастает. При наклоне грани опоры ножа вперед, по направлению вращения барабана, угол α' будет иметь отрицательный знак и при увеличении угла α' сила F_T будет убывать.

Работа, затрачиваемая на преодоление сопротивления движению растительного материала по стенке кожуха, равна:

$$A = F_T l = \gamma_2 \frac{2\pi R}{360} F_T,$$

где l – длина дуги кожуха, по которой перемещается материал, м.

Таким образом наибольшими паразитными затратами энергии в измельчающем аппарате являются затраты на протаскивание заклинившей растительной массы по поддону и длина дуги кожуха. Кроме увеличенного затрат мощности они вызывают также еще и повышенный износ поддона. Одним из способов их уменьшить изменение формы области между ножом опорой и поддоном, придание так называемой S – образной формы.

Литература

1. Голушко П.Е., Дробышевский Е.Г. Обоснование геометрической формы ножей измельчающего барабана кормоуборочного комбайна: – Гомель: Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», 2004.– 25с.

УДК 631.361.025/.027

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МЕХАНИЗМА ПРИВОДА СОЛОМОТЯСА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Д.В. Джасов, А.Н. Вырский
НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь

Современный зерноуборочный комбайн является технически сложным изделием, конкурентоспособность которого определяется техническим уровнем, надежностью его агрегатов и систем, а также стабильностью выполнения технологического процесса с заданным уровнем потерь.

Важным элементом конструкции, определяющим стабильность технологического процесса и производительность комбайна, является система выделения зерна из крупного соломистого вороха – соломотряс.

Особенностью работы клавишных соломотрясов является круговое поступательное движение любой точки рабочей поверхности каждой из клавиш по окружности радиусом, соответствующим величине эксцентриситета коленчатого вала. Но при этом каждая из клавиш вращается в своей фазе в зависимости от угла поворота кривошипа. В итоге возникают неуравновешенные инерционные силы, воздействующие на опоры коленчатых валов. Пульсирующая нагрузка, вызванная динамической неуравновешенностью механизма и воздействующая на раму молотилки, определяет общую нагруженность несущих конструкций комбайна и уровень его общей вибрации. Эта нагрузка зависит от кинематических параметров механизма, массово-инерционных свойств элементов конструкции, точности изготовления и сборки.

В идеальных условиях ведущий и ведомый коленчатые валы установлены параллельно. В этом случае соломотряс может иметь статическую и динамическую неуравновешенность вокруг осей вращения. Такая неуравновешенность приводит к продольным и вертикальным колебаниям каркаса комбайна, однако за счет высокой жесткости каркаса комбайна и шин в вертикальной плоскости данные колебания имеют небольшую амплитуду.

При непараллельной установке ведущего и ведомого валов, а также при отклонениях геометрии обоих валов или непараллельной установке клавиш относительно друг друга в пределах допусков, приводящих к появлению поперечных колебаний клавиш, возникают поперечные инерционные силы, воздействующие на раму молотилки. Действие этих поперечных сил инерции более опасно, чем вертикальных и продольных, так как поперечная жесткость каркаса и шин на порядок ниже вертикальной.

Таким образом, снижение уровня вибраций рамы комбайна в поперечном направлении возможно за счет изменения пространственного расположения валов, введения упругих элементов и других способов.

Для выявления наиболее эффективных и наименее трудоемких способов снижения поперечных колебаний рамы комбайна в зоне установки

соломотряса, была поставлена задача создания, исследования и оптимизации динамической модели соломотряса, позволяющей решить выявленные выше проблемы. При создании такой модели было решено учесть тот факт, что соломотряс установлен в корпусе молотилки, который в свою очередь установлен на упругих ведущих шинах, и на шинах качающегося управляемого моста. Модели шин имеют определенную жесткость и демпфирование в вертикальной, продольной и поперечной плоскостях. Клавиши соединяются через подшипники на ведущем валу, а на ведомом – дополнительно установлены амортизаторы, характеризующиеся также жесткостью и коэффициентом демпфирования.

Созданная динамическая модель позволяет моделировать перекосы валов, исследовать колебания молотилки, как в продольной, так и в поперечной плоскости и подбирать способы компенсации перекоса валов для различных вариантов жесткости шин и амортизаторов. При этом для моделирования установки клавиш только на подшипниках, достаточно задать большую величину жесткости амортизаторов, соответствующей жесткости металлического корпуса для установки подшипников.

Исследование динамической модели установки соломотряса в корпусе молотилки на подшипниках с учетом упругости коленчатых валов показало следующее. Наиболее опасным с точки зрения возникновения поперечных колебаний является задание непараллельности коленчатых валов поворотом одного из них в продольной плоскости, что вызывает десятикратный рост ускорений и соответственно сил, действующих на боковины комбайна в поперечном направлении. Задание непараллельности поворотом валов в вертикальной плоскости приводит к значительно меньшему росту ускорений. Также с помощью динамической модели было выявлено, что использование амортизаторов в конструкции соломотряса может эффективно снизить отрицательный эффект от неточностей сборки конструкции при достаточно высокой податливости амортизаторов в поперечном направлении. При исключении податливости амортизаторов в поперечном направлении при наличии податливости в радиальном направлении этот эффект отсутствует.

Представленная динамическая модель позволяет определить значения динамической неуравновешенности в продольной плоскости, выявить величину колебаний в поперечной плоскости зерноуборочного комбайна при отклонении геометрических параметров установки элементов соломотряса в пределах допусков, а также найти эффективные способы снижения поперечных колебаний для компенсации перекоса валов.

УДК 631.354.2.076

РАЗВИТИЕ МОДЕЛЬНЫХ РЯДОВ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ОАО «ГОМСЕЛЬМАШ»

П.П. Садов, Н.П. Насекайло
НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь

Схема развития модельных рядов серийных и перспективных зерноуборочных комбайнов производства ОАО «Гомсельмаш» приведена на рисунке 1.

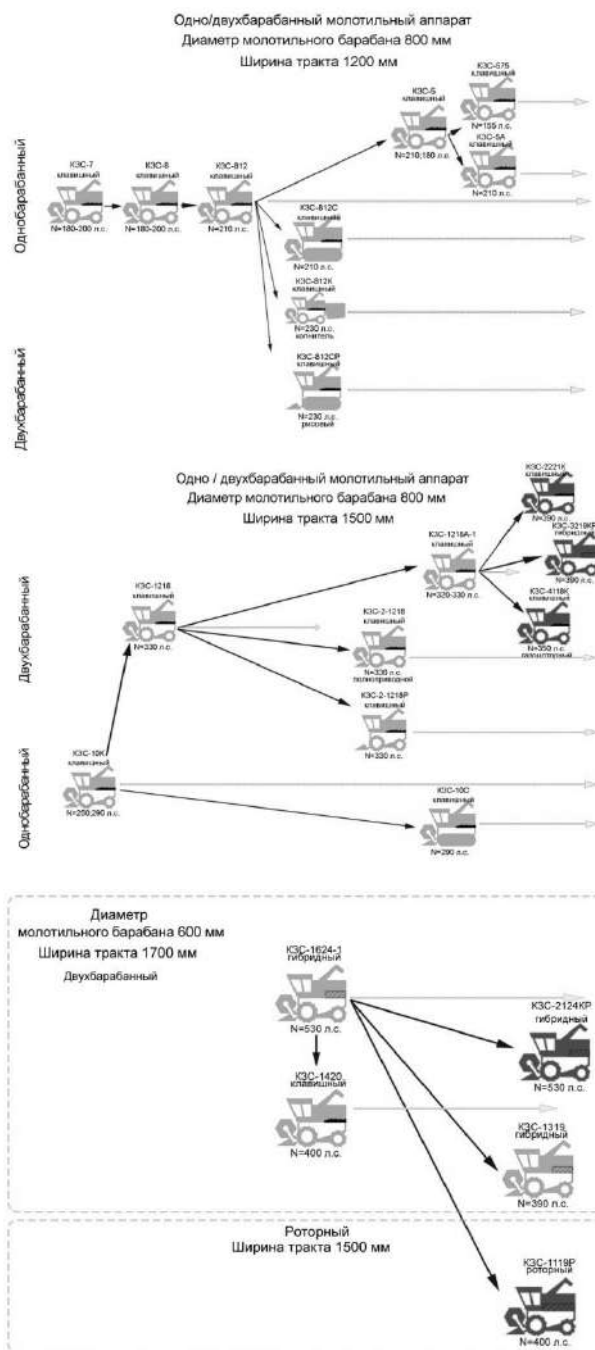


Рис. 1 - Схема развития модельных рядов зерноуборочных комбайнов

К настоящему времени ОАО «Гомсельмаш» создана широкая линейка зерноуборочных комбайнов, состоящая из 11 моделей и их 39 модификаций. Все модели комбайнов отвечают требованиям современных аграрных технологий и способны удовлетворить запросы потребителей в зависимости от условий хозяйствования в различных регионах эксплуатации комбайнов.

Из всей линейки зерноуборочных комбайнов ОАО «Гомсельмаш» можно выделить 7 основных моделей дифференцированных по классам пропускной способности: КЗС-5 (5 кг/с), КЗС-7 (7 кг/с), КЗС-812 (8 кг/с), КЗС-10К (10 кг/с), КЗС-1218 (12 кг/с), КЗС-1420 (14 кг/с), КЗС-1624-1 (16 кг/с).

Одно- и двухбарабанные комбайны с клавишным соломосепаратором с шириной тракта 1200 мм и диаметром молотильного барабана 800 мм и их модификации занимают две нижние ступеньки пропускной способности от 5 до 8 кг/с. Родоначальником этого семейства комбайнов является, поставленный на производство в 2000 г. зерноуборочный комбайн КЗС-7 с пропускной способностью 7 кг/с. На его основе в 2010 году разработана и поставлена на производство более производительная базовая модель КЗС-812, а также ее модификации КЗС-812К (с копнителем), КЗС-812С (на гусеничном ходу) и двухбарабанный КЗС-812СР на гусеничном ходу для уборки риса.

В дальнейшем для нужд небольших хозяйств на основе комбайнов КЗС-7 и КЗС-812 был создан ряд комбайнов пропускной способностью 5 кг/с: КЗС-5, КЗС-5А и КЗС-575.

Одно- и двухбарабанные комбайны с шириной молотильного тракта 1500 мм и диаметром молотильного барабана 800 мм, оснащенные клавишным соломосепаратором занимают две средние ступеньки пропускной способности 10 и 12 кг/с. Основой этого семейства комбайнов является выпускающийся с 2006 г. однобарабанный комбайн КЗС-10К, энергонасыщенностью 250-290 л.с. и пропускной способности 10 кг/с, оснащенный бункером вместимостью 7 м³. Созданный на его базе и поставленный на производство в 2007 году двухбарабанный КЗС-1218, стал наиболее востребованным массовым зерноуборочным комбайном. На его основе были созданы полноприводной комбайн КЗС-2-1218, обеспечивающий более высокую проходимость, а также его модификация - комбайн для уборки риса КЗС-2-1218Р со штифтовым молотильным устройством.

В 2015 году конструкция комбайна КЗС-1218 подверглась серьезной модернизации и модель, получившая марку КЗС-1218А-1, также была поставлена на производство. В новом комбайне с увеличенной вместимостью бункера до 9 м³ учтены пожелания большинства потребителей. Для обеспечения выгрузки увлажненных хлебов бункер оснащен вибродном с приводом от гидромотора. Для устранения пыли перед кабиной на наклонной камере установлен пылеотсос. Повышена надежность составных частей комбайна, в том числе стрясной доски, наклонной камеры. Улучшены дизайн и комфортность.

Новинками зерноуборочной техники, занявшими верхние ступеньки пропускной способности 14 и 16 кг/с, являются высокопроизводительные комбайны с шириной тракта 1700 мм, оснащенные двухбарабанным молотильным устройством с диаметром молотильного барабана 600 мм и диаметром барабана-ускорителя 450 мм, производство которых освоено в 2015 г. Комбайны предназначены для уборки хлебов с высокой урожайностью: КЗС-1624-1 (пропускная способность 16 кг/с), оснащенный двумя роторными соломосепараторами (молотильно-сепарирующая система «гибридного» типа), и унифицированный с ним, КЗС-1420 (пропускная способность 14 кг/с) – с клавишным соломотрясом.

На базе комбайна КЗС-1624-1 к уборочному сезону 2018 года разработана конструкция и освоено производство модели второго поколения – «супер-комбайн» КЗС-2124КР, в котором учтены новые тенденции в развитии комбайностроения по повышению уровня условий труда и широкому использованию средств автоматизации на основе современных интеллектуальных цифровых технологий. В комбайне нового поколения в базовой комплектации предусмотрены усовершенствования, характерные для современного высокопроизводительного зерноуборочного комбайна «премиум» класса.

Специалистами ОАО «Гомсельмаш» продолжается интенсивная работа по дальнейшему развитию линеек машин и созданию новых моделей зерноуборочной техники, отвечающей запросам аграриев, различающихся в значительной степени даже в рамках отдельного региона.

В сезоне 2018 года проводятся испытания 4-х опытных образцов инновационных моделей зерноуборочных комбайнов с различными схемами рабочих органов.

Не имеющий в мире аналогов комбайн КЗС-4118К оснащен двигателем, работающим на компримированном природном газе. Газовое оборудование, включающее восемь газовых баллонов, обеспечивает работу комбайна без дозаправки в течение 1,5 смен. По токсичности выхлопа комбайн соответствует нормам по выбросам двигателя не ниже Stage V. Комбайн КЗС-4118К максимально унифицирован с серийным КЗС-1218-А1.

Другие модели комбайнов, разработанные на основе комбайна КЗС-1218А-1:

- КЗС-2221К с трехбарабанной системой обмолота с производительностью по зерну до 21 т/ч. Комбайн оснащен барабаном-ускорителем диаметром 500 мм, и в зависимости от условий работы, молотильным или ускоряющим барабаном диаметром 600 мм и сепарирующим или молотильным барабаном диаметром 800 мм, а также клавишным соломотрясом. Привод рабочих органов осуществляется от двигателя мощностью 390 л.с.

- КЗС-3219КР комбайн с двухбарабанным молотильно-сепарирующим устройством «гибридного» типа, с шириной тракта 1500 мм, молотильным барабаном диаметром 800 мм и двумя роторными

соломосепараторами диаметром 445 мм и длиной 4200 мм. Производительность комбайна по зерну - до 22 т/ч и более. Благодаря высокой производительности при умеренной цене позиционируется как комбайн для широкого круга потребителей.

Первый в истории белорусского комбайностроения комбайн с аксиально-роторным молотильно-сепарирующим устройством – КЗС-1119Р. Комбайн оснащен двигателем мощностью 394 л.с. Производительность комбайна по зерну - до 19 т/ч. Комбайн осуществляет щадящий обмолот, не повреждающий зерно даже высокой влажности, и поэтому незаменим в хозяйствах, в больших объемах возделывающих кукурузу на зерно.

Все модели испытываемых образцов показали хорошие результаты и после завершения опытно-конструкторских работ будут поставлены на серийное производство, что значительно расширит ассортимент зерноуборочных комбайнов ОАО «Гомсельмаш» и повысит конкурентоспособность предприятия.

УДК 631.354.2.076

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОВОРОТНОГО КУЛАКА САМОХОДНОГО ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КЗС-1218

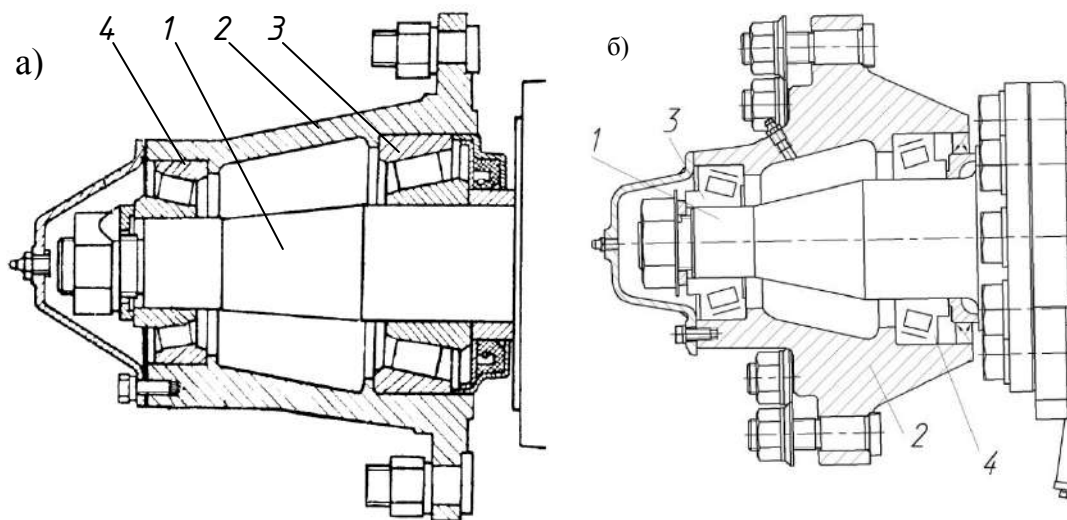
П.Е. Родзевич

УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

Анализ конструкций поворотных кулаков управляемых мостов различных сельскохозяйственных машин показывает, что ось поворотного кулака изготавливается цельной (Рис. 1а), что исключает возможность установки широкопрофильных шин, способствующих повышению проходимости с/х машины на переувлажненных почвах. Кроме того, на ось со стороны колеса могут действовать значительные силы и моменты, стремящиеся разрушить конструкцию, что требует повышенной прочности материала оси особенно с учетом динамических нагрузок при движении комбайна.

Целью работы является модернизация поворотного кулака с получением разъемной конструкции и анализ возможного увеличения длины оси кулака.

Ось поворотного кулака может быть изготовлена из легированной стали, например сталь 18ХГТ. Для данной стали предел прочности σ_B составляет 1150 МПа, предел текучести $\sigma_T = 980$ МПа, предел усталости $\sigma_{-1} = 575$ МПа.



а) комбайна КЗС-1218; б) модернизированная конструкция;
1 – ось; 2 – ступица; 3, 4 – подшипники

Рис. 1 - Поворотные кулаки управляемого моста

Расчет ведется для случая движения комбайна с полной массой и навешенной жаткой на уклоне 8° . На ось действуют силы со стороны ступицы через подшипники и поперечный момент M_n при движении по

уклону. Схема приложения нагрузок на ось поворотного кулака, представленную в виде консоли, приведена на рисунке 2.

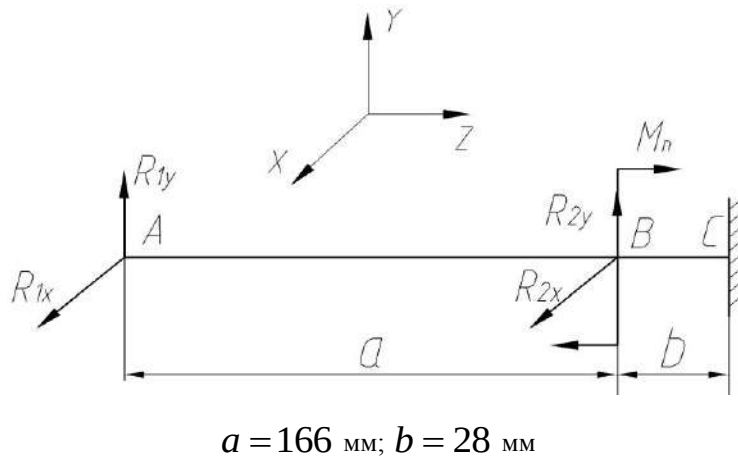


Рис. 2 - Схема нагрузок, приложенных к оси

Проверка коэффициента запаса прочности в опасном сечении С, при диаметре $d_C = 85 \text{ мм}$, показала что условие прочности выполняется $n = n_\sigma = 2,37 > [n] = 2$. В данном случае возможности удлинения оси поворотного кулака не наблюдается, т.к. при расчете по максимальной нагрузке на колесо коэффициент запаса прочности практически равен допускаемому. Увеличив диаметр оси в окрестностях сечения С до $d_C = 100 \text{ мм}$ и приняв коэффициент запаса прочности равным $[n] = 2$ можно определить величину, на которую можно удлинить ось.

Окончательно можно получить квадратное уравнение вида:

$$11,05 \cdot b^2 + 3,56 \cdot b - 1 = 0.$$

При решении квадратного уравнения один из корней равен 0,18 м. Таким образом, консольную часть оси в окрестности сечения С можно увеличить на $\Delta b = b_1 - b = 0,18 - 0,028 = 0,152 \text{ м}$ или 152 мм.

Для установки широкопрофильных шин на управляемый мост сельскохозяйственных машин (на примере комбайна КЗС-1218) необходимо увеличить длину консоли b . Однако целесообразно также несколько увеличить посадочный диаметр под подшипник (с 85 мм до 100 мм). При этом ось поворотного кулака может быть выполнена разборной (Рис. 1, б), что позволяет добиться экономии металла, времени на установку широкопрофильных шин, что одновременно с увеличением производительности работы на переувлажненных почвах даст экономический эффект.

УДК 631.358:631.558.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УБОРКИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ЗЕРНОУБОРОЧНЫМ КОМБАЙНОМ

Н. Н. Кузнецов

ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная
академия имени Н.В. Верещагина», Вологда, Россия

Лен-долгунец - основная прядильная культура на Северо-западе России. При его возделывании получают одновременно два ценных вида продукции – волокно и семена.

Главной особенностью уборки льна – долгунца, является разные сроки уборки льна на волокно и семена.

Перед хозяйствами, возделывающими лен-долгунец в Вологодской области, всегда стоит выбор: семена или волокно? Если начинать уборку в начале ранней желтой спелости качество волокна будет выше, однако 50% семян еще не созрели и есть риск потери их всхожести и массы, отодвигая срок тербления, дожидаясь, когда основное количество семян (70%) наберет соответствующую массу и приобретет желтую окраску, можно потерять качество льноволокна.

В настоящее время лен в Вологодской области в силу ряда причин остаётся малорентабельной культурой уборка и послеуборочная обработка семян льна и льнотресты включает в себя большое количество операций, что существенно влияет на себестоимость конечной продукции, но при наладке всей технологии выращивания, использовании высокоэффективных машин и применения новых способов уборки льноводство области может стать прибыльным.

Широкие возможности сохранения выращенного урожая заложены в изыскании и применении рациональных способов уборки льна-долгунца, позволяющих увеличить производительность уборочных работ. Большой практический интерес представляют те способы уборки льна-долгунца, которые не усложняют технологический процесс и сокращают количество операций, с сохранением льносемян и качества льноволокна в стеблях. К их числу относится уборка льна при помощи зерноуборочных комбайнов.

Применение зерноуборочного комбайна в качестве комплекса для уборки и послеуборочной доработки семян льна и льнотресты, может оказаться крайне актуально и экономически выгодно. Однако в настоящее время использование зерноуборочного комбайна в режиме обмолота семенных коробочек и льнотресты мало исследовано.

Технология уборки льна-долгунца на семена зерноуборочными комбайнами используется в сельхозпредприятиях Вологодской области при уборке короткостебельного льна-долгунца. Однако данный способ не дает возможности полностью убрать выращенный урожай, стебли растений остаются на поле, а известно, что даже короткостебельную солому

льна-долгунца можно использовать, как сырье для производства волокна, пакли, ниток, шпагата и тонкой бумаги высокого качества.

Нами рассматривается возможность уборки льна-долгунца зерноуборочным комбайном, как на семена, так и на волокно. Молотильно-сепарирующее устройство комбайна, будет использоваться не только по прямому назначению для выделения семенных коробочек и семян льна, но и для отделения из льнотресты части костры. По нашей гипотезе МСУ комбайна может частично выполнять одну из операций (мятье) послеуборочной обработки льнотресты.

Литература

1. Лукомец В.М. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна-долгунца/ В.М. Лукомец Н.И., Бочкарев, и др.: Методические рекомендации. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. - 68 с.
2. Шушков Р.А., Кузнецов Н.Н., Вершинин В.Н. [Имитационная модель технологической линии пункта досушивания рулонов льнотресты](#)/ Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин // [Топологии интегральных микросхем](#). – 2014 - [№ 2](#). - С. 501
3. Юнин В.А., Зыков А.В., Кузнецов Н.Н. [Интенсификация кормопроизводства в условиях северо-западного региона](#)/ В.А. Юнин, А.В. Зыков, Н.Н. Кузнецов // [Технические науки в России и за рубежом](#): Материалы V международной научной конференции. Москва, 2016. С. 82-85.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИМИТИРУЮЩИХ ПРИВОДНЫХ МЕХАНИЗМОВ КОМБАЙНОВ

Д.А. Дубовик, А.М. Гоман, О.А. Баран
ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси»,
Минск, Беларусь

Для укрепления своих позиций на мировом рынке производители вынуждены непрерывно повышать конкурентоспособность выпускаемой продукции, которая может определяться соотношением качества и стоимости. Одним из важнейших свойств, формирующих качество продукции, является надёжность. Основными показателями надёжности, отражаемыми в ТЗ и ТУ, являются средняя наработка на отказ и срок службы. Опыт эксплуатации сельскохозяйственной техники показывает [1], что реальный ресурс может существенно отличаться от значения, установленного в технической документации. Поэтому возникает потребность в научном обосновании ресурса (срока службы) сельскохозяйственной техники по данным отказов в процессе эксплуатации, а также в определении остаточного ресурса деталей и узлов по функции вероятности безотказной работы.

Ведущие производители сельхозтехники широко используют различные методы и средства контроля, диагностики и мониторинга технического состояния машин при производстве и испытаниях. Их применение позволяет с высоким уровнем достоверности выявить причины отклонений эксплуатационных характеристик от заданных параметров функционирования, оценить качество изготовления и сборки объекта в целом с последующим выбором технически обоснованных и наиболее экономически целесообразных путей устранения выявленных дефектов и конструкционного совершенствования механизмов.

При разработке методов контроля качества изготовления лимитирующих механизмов комбайнов необходимо учитывать комплекс различных параметров: вибрацию, прогнозирование надёжности, нормирование рационального срока службы, определение необходимого количества запасных частей. Определение рационального срока службы комбайнов связано с особенностью эксплуатации уборочной техники, которая интенсивно эксплуатируется в короткие промежутки времени. При этом требования к ее надёжности в период уборки являются исключительно высокими: простои необходимо минимизировать, для чего ремонтные базы должны быть обеспечены всеми необходимыми запасными частями, а при наличии возможности исключить простои путем замены отдельных узлов и деталей, ресурс которых близок к исчерпанию, по анализу их технического состояния в межсезонный период. Для оценки надёжности и технического состояния необходимо учитывать дополнительные показатели надёжности, относящиеся к сохраняемости техники в межсезонный период. Это позволит

объективно оценивать и нормировать такой показатель надежности как срок службы, а также определять потребность в запасных частях с учетом изменения технического состояния машин в течение их жизненного цикла.

Использование виброакустических методов и средств контроля и диагностики технического состояния машин при производстве и испытаниях позволит выявлять отклонения эксплуатационных характеристик, оценивать качество изготовления и сборки лимитирующих надежность узлов комбайна, повышать достоверность прогнозирования ресурса их работоспособности в процессе эксплуатации [2]. Процессы определения ресурса и остаточного ресурса следует решать с учетом физического износа машин, при этом данные по физическому износу необходимо определять опосредованно по результатам их эксплуатационных отказов. Определение остаточного ресурса сельскохозяйственных машин требует разработки специальных математических подходов по определению показателей надежности для восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий.

Для комплексного анализа параметров синхронно протекающих вибрационных, нагрузочных, кинематических и других процессов, отслеживаемых в реальном времени при обкатке и испытаниях техники под нагрузкой необходимо развитие методических подходов к испытаниям и диагностике зубчатых передач и приводных механизмов. Предварительная оценка значимости разработки экспериментальных методов контроля качества изготовления приводных механизмов уборочной техники показывает, что затраты на отработку, доводку и устранение дефектов вновь разрабатываемых узлов могут составлять до 73% от общего объема затрат на этапе от начала проектирования до сертификации изделия.

Таким образом, для повышения надёжности комбайновой техники следует развивать и использовать аналитические и экспериментальные методы контроля качества изготовления лимитирующих приводных механизмов, основанные на комплексном анализе вибрационных и нагрузочных процессов, отслеживаемых в реальном времени при обкатке и испытаниях. Решение такой задачи является практически значимым для повышения качества и конкурентоспособности комбайнов.

Литература

1. Берестнев, О.В. Нормирование надежности технических систем / О.В. Берестнев, Ю.Л. Солитерман, А.М. Гоман – Мн. : Технопринт, 2004. – 266 с.
2. Ишин, Н.Н. Динамика и вибромониторинг зубчатых передач/ Н.Н. Ишин. – Минск: Беларус.навука, 2013. – 432с.

УДК 62-8:531.3

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ МАССО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМА ОЧИСТКИ КОМБАЙНАА.А. Вырский¹, Д.А. Дубовик², В.И. Прибыльский², И.А. Шаповал²¹ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь²ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси»,
Минск, Беларусь

Одной из основной систем зерноуборочного комбайна КЗС–1218 является механизм очистки, состоящий из стрясной доски, верхнего и нижнего решетчатых станков, колосового и зернового шнеков и вентилятора. Реализация технологического процесса выделения зерна из вороха происходит в основном за счет колебательных движений звеньев механизма очистки. При этом возникают большие нагрузки вследствие сил инерции.

В работе [1] предложен метод снижения уравнивания механизмов машин с возвратно-поступательным движением при помощи противовесов, применения симметрично расположенных механизмов-преобразователей приводов, маховиков, гасителей колебаний.

Для повышения надёжности механизма системы очистки, снижения его виброактивности и энергоёмкости необходимо использовать различные способы уравнивания инерционных сил. В качестве критериев уравнивания принято рассматривать основные критерии [1]: главный вектор сил инерции, главный момент сил инерции относительно опор, параметры траектории общего центра масс механизма.

Анализ расчетов кинематических и силовых характеристик системы очистки (Рис.1) зерноуборочного комбайна КЗС-1218 показал, что наибольшее влияние на неуравновешенность и, следовательно, на нагруженность звеньев и раму комбайна оказывают силы инерции масс звеньев стрясной доски, нижнего решётчатого стана и верхнего решётчатого стана. Авторами [2] определены причины и значения характеристик неуравновешенности механизма очистки комбайна.

В ходе дальнейших исследований установлено, что неуравновешенность механизма определяется значениями и формой колебаний сил инерции масс звеньев механизма, а силы инерции звеньев механизма очистки колеблются с единичной и удвоенной частотами вращения приводного вала. Удвоенная частота проявляется при определенных сочетаниях массо-геометрических параметров. Для полного уравнивания необходимо, чтобы суммы и суммарные спектры колебаний сил инерции звеньев, приводимых верхним плечом P_3P_{10} двуплечего рычага, и нижним плечом P_3P_{17} (Рис.1) были равны. Тогда эти колебания будут в противофазе, а их сумма равна нулю.

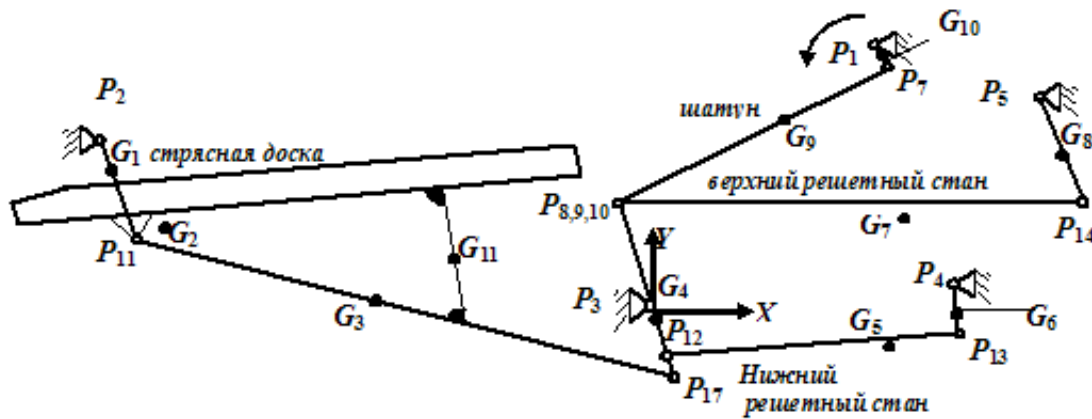


Рис. 1 - Схема очистки комбайна КЗС-1218

Расчет механизма очистки зерноуборочного комбайна КЗС-1218 показал, что при добавлении в центр масс G_7 верхнего решета дополнительной массы 18,3 кг размах колебаний проекции главного вектора сил инерции на ось X уменьшается в 1,6 раза, на ось Y – в 1,08 раза, а главный вектор моментов инерции увеличивается в 1,04 раза. При добавлении в центр масс G_7 верхнего решета дополнительной массы 46 кг размах колебаний проекции главного вектора сил инерции на ось X уменьшается в 4,89 раз, на ось Y увеличивается в 1,08 раза, а главный вектор моментов инерции увеличивается в 1,10 раза. Это объясняется тем, что спектр колебаний проекции сил инерции по оси Y содержит удвоенную частоту приводного вала с довольно значимой амплитудой, противофазной амплитуды такого значения в механизме нет.

При смещении дополнительной массы 18,3 кг на 1,123 м от центра масс G_7 к шарнирам $P_{8,10}$ размах колебаний проекции главного вектора сил инерции на ось X почти не изменяется, на ось Y уменьшается в 1,13 раза, главный вектор моментов инерции также не изменяется. При смещении дополнительной массы 46 кг на 1,123 м от центра масс G_7 к шарнирам $P_{8,10}$ размах колебаний практически не изменяется по всем характеристикам.

Литература

1. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский. – Москва : Наука, 1975. – 638 с.
2. Кинематический и силовой анализ очистки зерноуборочного комбайна КЗС-1218 / А.А. Новиков [и др.] // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра : сб. тезисов докладов Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 21-22 дек. 2017г. / Науч.-техн. центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш». – Гомель, 2017. – С. 45-46.

УДК 629.114.2-182.8

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ПНУ САМОХОДНОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОМБАЙНА КСК-600

А.А. Лазбекина, В.Б. Попов

УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

Агрегатирование самоходного измельчителя кормоуборочного комбайна КСК-600 осуществляется при помощи ПНУ, состоящего из ГП и четырехточечного механизма навески (МН).

Поворотные рычаги четырехточечного МН, в отличие трехточечного, непосредственно связаны с навесной машиной, что обеспечивает ей большую устойчивость в движении. В четырехточечном МН поворотные рычаги в работе заменили верхнюю тягу трехточечного МН, что способствует его структурному упрощению.

Появление новых и модернизация серийных адаптеров, агрегируемых с измельчителем посредством ПНУ, изменяет требования, предъявляемые к выходным параметрам МН. Точное и качественное решение такой проблемы возможно только в режиме автоматизированного расчета выходных параметров ПНУ, опирающегося на функциональное математическое моделирование процесса подъема адаптера.

Известны три основных эксплуатационных режима комбайна, а соответственно ПНУ: рабочий, транспортный и режим перевода адаптера из рабочего положения в транспортное.

Плоские аналоги механизмов (Рис. 1) из их пространственных моделей получают проецированием характерных точек механизмов (центров шарниров) на их продольные плоскости симметрии. Формальное сведение пространственного механизма навески к плоскому аналогу обосновано только тогда, когда технически обеспечивается движение всех их подвижных шарниров в параллельных плоскостях. Поэтому кинематическая цепь, образующая на плоскости замкнутый контур, состоящий из МН и адаптера (Ад), должна собираться без натягов даже при наличии отклонений размеров звеньев и отклонений расположения поверхностей и осей элементов кинематических пар. Полученная структурная схема механизма отражает наличие только необходимых подвижностей звеньев для обеспечения заданного числа степеней свободы при отсутствии избыточных контурных связей и поэтому называется основной или схемой с оптимальной структурой механизма.

В результате выполнения процедур геометрического и кинематического анализа определяются координаты подвижных шарниров и характерных точек, аналоги угловых скоростей и передаточные отношения звеньев, а также передаточные числа МН.

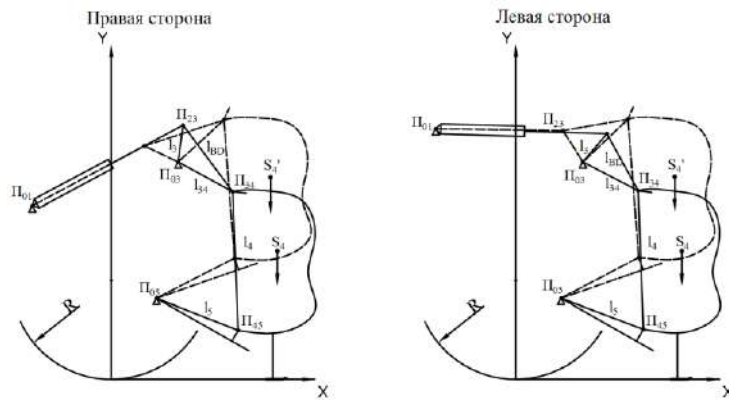
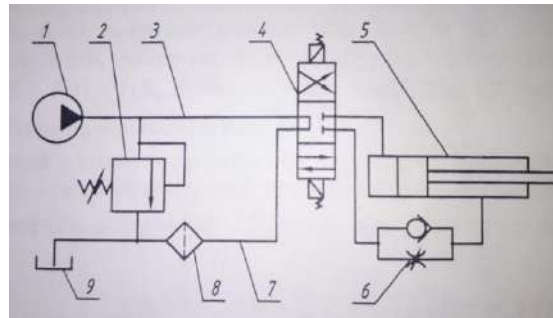


Рис. 1 – Плоский аналог механизма навески FS-60

Анализируя схему гидропривода ПНУ FS-60 (Рис. 2), можем предположить следующее: чтобы снизить максимальное давление в гидромагистрали 3 гидропривода необходимо уменьшить нагрузку на штоке гидроцилиндра 5.



1- насос шестеренный; 2- клапан предохранительный; 3,7- гидромагистраль; 4- гидрораспределитель; 5- гидроцилиндр; 6- регулируемый дроссель; 8- фильтр; 9- бак

Рис. 2 - Схема гидропривода ПНУ FS-60

$$G_s = \frac{p^{\max} \cdot F_n - (F_{ин}^{np} + F_{тр}^{np})}{I_s^{\max}} \quad (1)$$

где $p^{\max}$ - максимальное давление в ГЦ; F_n - площадь поршня ГЦ со стороны нагнетающей магистрали; $F_{ин}^{np}$ - приведенная сила инерции и $F_{тр}^{np}$ - приведенная сила трения, определенные для значения обобщенной координаты, соответствующей максимуму основного передаточного числа.

Анализируя выражение для грузоподъемности ПНУ (1) можно сделать следующие заключения: чтобы снизить максимальное давление $p^{\max}$ в ГП ПНУ, самым эффективным способом является снижение максимального передаточного числа механизма навески $I_s^{\max}$.

Проведя все расчеты с уменьшение передаточного числа $I_s^{\max}$, приходим к выводу, что наша теория была верна.

УДК 631.358.022

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЖУЩЕЙ ПАРЫ НА ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ МАССЫ

Н.М. Савкова, В.Б. Попов

УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

К геометрическим параметрам режущей пары лезвия ножа и противорежущего бруса относятся размерные и угловые показатели, характеризующие их форму и величину как геометрических тел, а также их взаимное расположение как в статике, так и в динамике. Значимость геометрических параметров режущей пары для процесса резания растительной массы (РМ) настолько велика, что их исследование становится одним из важнейших объектов в теории резания.

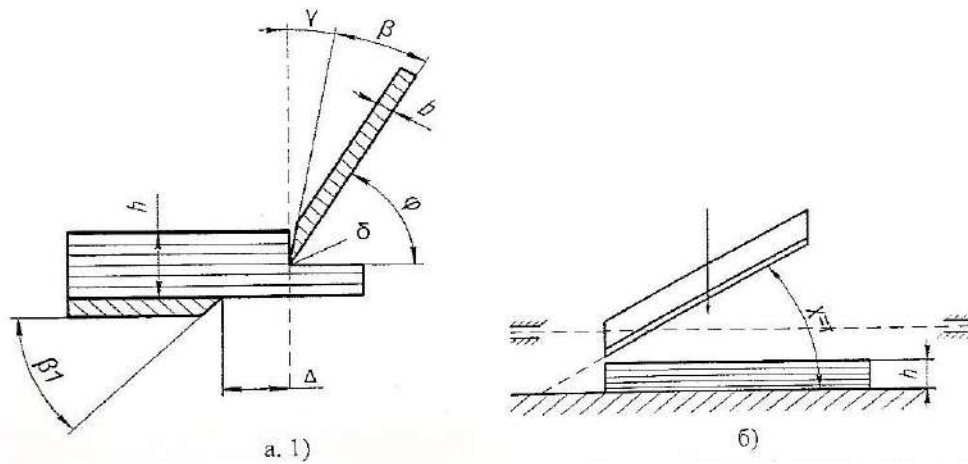
Для цилиндрических режущих барабанов, в плоскости, перпендикулярной к плоскости резания (Рис.1) имеем следующие параметры режущей пары:

- 1) γ – угол установки ножа;
- 2) β – угол заточки;
- 3) φ – передний угол;
- 4) $\nu = \varphi + \beta = 90^\circ$ – угол резания;
- 5) δ – острота лезвия;
- 6) b – толщина ножа;
- 7) β – угол заточки противорежущего бруса;
- 8) Δ – зазор между режущим и противорежущим элементами пары;
- 9) h – высота перерезаемого слоя.

Параметры в плоскости резания для цилиндрических режущих аппаратов определяются как:

- 1) τ – угол скольжения;
- 2) χ – угол защемления.

В барабанном аппарате эти углы равны $\tau = \chi$.



а) перпендикулярной к плоскости резания; б) в плоскости резания

Рис. 1 - Геометрические параметры режущей пары в плоскости:

Рациональные пределы высоты слоя, его ширины, высоты расположения оси вращения над противорежущим брусом для процесса резания выбираются исходя из требования стабильности технологичности процесса и удовлетворительной емкости.

Величина угла заточки определяется работой резания и износостойкостью материала лезвия.

Установлено, что с уменьшением угла заточки работа резания уменьшается, но и снижается износостойкость лезвия. Наибольшей износостойкостью обладают лезвия с углом заточки $\beta = 24 \dots 30^\circ$.

Угол установки определяется исходя из условия предотвращения упора слоя массы в плоскость ножа и выбирается равным $\gamma = 7 \dots 15^\circ$.

Угол скольжения позволяет изменять работу и силу резания. Это обусловлено значительным повышением трения фаски лезвия о поступающий в область резания слой растительной массы вследствие «растянутости» лезвия по высоте слоя. Поэтому принято считать максимально эффективным углом защемления угол 25° .

Разделению растительной массы на части под воздействием лезвия ножа предшествует процесс предварительного сжатия им этой массы до возникновения на кромке лезвия разрушающего контактного напряжения.

Момент возникновения определяется значением усилия, прикладываемого к ножу, преодолевающего ряд сопротивлений различного происхождения, возникающих в РМ. В большинстве случаев при резании однородных, упруго – вязких материалов усилие, при котором завершается процесс сжатия материала (≈ 0.0001 с) и начинается его резание. При анализе силового взаимодействия лезвия с растительной массой становится наиболее важным объектом исследования.

Таким образом, критическая сила резания определяется углом заточки, остротой кромки лезвия, высотой слоя растительной массы на выходе из питающего аппарата, ее физическими параметрами, а также тол-

щиной слоя растительной массы, подвергающейся сжатию ножом до начала резания.

Причем с уменьшением угла заточки наблюдается снижение силы резания как при минимальной толщине сжатого слоя растительной массы, так и при минимальной.

Анализ силового взаимодействия ножа с растительной массой, показал, что уменьшение угла заточки позволит снизить работу и силу резания, однако уменьшение угла ниже 24° может значительно ухудшить износостойкость самого лезвия.

УДК 629.114.2

ОСНАЩЕНИЕ АПК КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКОЙ

Н.И. Селиванов, Н.И. Пыжикова, Н.В. Кузьмин
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»,
Красноярск, Россия

Решение задач по модернизации сельского хозяйства в масштабах страны зависит от состояния инженерно-технического обеспечения агропромышленного комплекса (АПК) регионов, формирующих федеральную систему продовольственной безопасности. В основу их решения поставленной задачи положена оценка природно-производственных условий, и перспективы обновления машинно-тракторного парка в хозяйствах всех категорий АПК регионов.

Красноярский край относится к Восточно-Сибирской агрозоне 6,2 Сибирского федерального округа с площадью пашни 1912 тыс. га, более половины которой составляют участки площадью свыше 30 га при средней длине гона более 1000 м и удельным сопротивлением почвы 65 кН/м². Посевная площадь находится в пределах 1480-1509 тыс. га [1].

Нормативная потребность в тракторах для агрозоны 6,2 составляет 8,36 эталонных единиц (эт.ед.) на 1000 га пашни [2]. С учётом внедрения на 80% посевных площадей минимальной и нулевой технологий почвообработки $n_{\text{ЭТ}} = 5,75 \text{ эт.ед.} / 1000 \text{ га}$ [3], технологическая потребность на весь объём работ в 2018 г. достигла 10994 эт. ед. При условном коэффициенте перевода физических тракторов в эталонные $K_{\text{Э}} = 0,865$ их нормативная потребность составила 10070 ед.

Потребное количество зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов в эталонных единицах при региональных нормативах $n_{\text{ЭТЗ}} = 7,19 \text{ эт.ед.} / 1000 \text{ га}$ и $n_{\text{ЭТК}} = 3,36 \text{ эт.ед.} / 1000 \text{ га}$ на всю площадь зерновых и зернобобовых (1053 тыс. га) и кормовых (345 тыс. га) культур составило 7575 и 1160 эт. ед. соответственно. Технологическая потребность зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов достигла соответственно 6824 физ. ед. при $K_{\text{Э}} = 1,11$ и 1184 физ. ед. при $K_{\text{Э}} = 0,980$.

Фактическая оснащённость АПК на 01.01.2018 г. составила 59,3% по тракторам (7534 ед.), 45,4% по зерноуборочным (3098 ед.) и 38,2% (452 ед.) по кормоуборочным комбайнам (Табл. 1). Нагрузка на физический трактор достигла 254 га, на зерноуборочный и кормоуборочный комбайны соответственно 340 га и 766 га. Энергообеспеченность производства составила 148 л.с./100 га посевов или 63,1% от нормативной.

Общее количество тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов со сроком эксплуатации более 10 лет достигло 69,5, 50,9 и 44,9% соответственно. В структуре машинно-тракторного парка на указан-

ную технику отечественного и стран СНГ производства приходится от 85% до 95%.

Табл. 1 – Фактическая оснащённость тракторами и комбайнами АПК Красноярского края на 01.01.2018 г.

Наименование	Наличие		Оснащенность, эт.ед./1000га /%	Нагрузка на 1 машину, га			
	эт. ед.	физ. ед.		Фактическая		Нормативная	
				эт.ед.	физ.ед.	эт.ед.	физ.ед.
1. Тракторы свободные	6518	7534	3,41 / 59,3	293	254	198	191
2. Комбайны з/уборочные	3439	3098	3,26 / 45,4	307	340	139	152
3. Комбайны к/уборочные	443	452	1,28 / 38,2	781	766	298	286

За последние пять лет замещение списанных новыми составляет для тракторов 50%, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов 51% и 71% соответственно. Это приводит к ежегодному сокращению количества указанных видов машин на 2-3%. Поэтому, даже повышение их средней мощности на 10-12% не обеспечивает, достигнутый уровень энергообеспеченности производства.

Анализ структуры регионального рынка тракторов за последние три года показал, что доля продаж отечественной продукции без учета сборных производств иностранных машин составила 23,2%, а республики Беларусь, с учетом сборных производств в России 70,2%, дальнего зарубежья - 3,9%. Аналогичное положение на рынке комбайнов.

Основной причиной увеличения продаж тракторов и комбайнов отечественного и белорусского производства при резком снижении объемов реализации иностранной техники является диспаритет цен. В пересчете на эталонные единицы стоимость иностранных машин в 1,5-2,3 раза выше.

Литература

1. Агропромышленный комплекс Красноярского края в 2010-2018 гг. Информационно-аналитический материал МСХ Красноярского края.

2. Методика использования условных коэффициентов перевода тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов в эталонные единицы при определении нормативов их потребности. – М: Минсельхоз РФ, 2009, – 45 с.

3. Селиванов, Н.И. Технологические свойства мощных тракторов / Н.И. Селиванов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – 202 с.

СЕКЦИЯ № 2

«ТРАКТОРЫ, МОБИЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА, ПРИЦЕПНЫЕ И НАВЕСНЫЕ АГРЕГАТЫ»

УДК 631.35+631.31

КОМПЛЕКСЫ УБОРОЧНЫХ И ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН И КОМБИНИРОВАННЫХ АГРЕГАТОВ НА БАЗЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГОСРЕДСТВ МОЩНОСТЬЮ 200-450 л.с.

О.С. Марченко
ФГБНУ ВИМ ФАНО, Москва, Россия

Комплексы разработаны в рамках реализации Программы Союзного государства «Создание и организация серийного производства комплексов высокопроизводительных сельскохозяйственных машин на базе универсального мобильного энергетического средства мощностью 200-450 л.с. на 2006-2009 годы» совместно белорусскими исполнителями - РКУП ГСКБ РУП «Гомсельмаш», г. Гомель и российскими исполнителями: ГНУ ВИМ Россельхозакадемии, г. Москва; ООО НПО «Экспериментальный завод», г. Реж; ЗАО «Завод самоходной дорожной техники», г. Рыбинск.

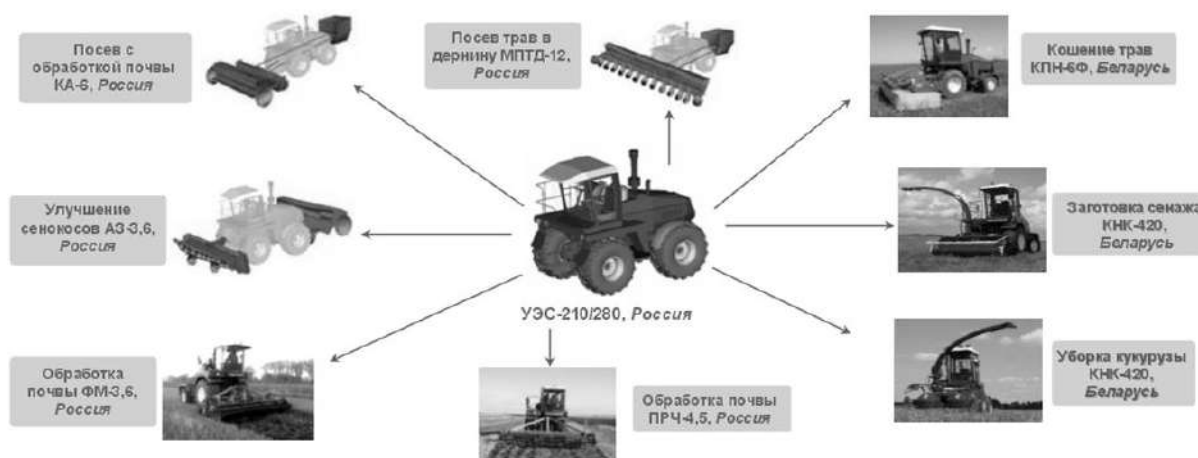


Рис. 1 - Комплекс сельхозмашин на базе УЭС-210/280

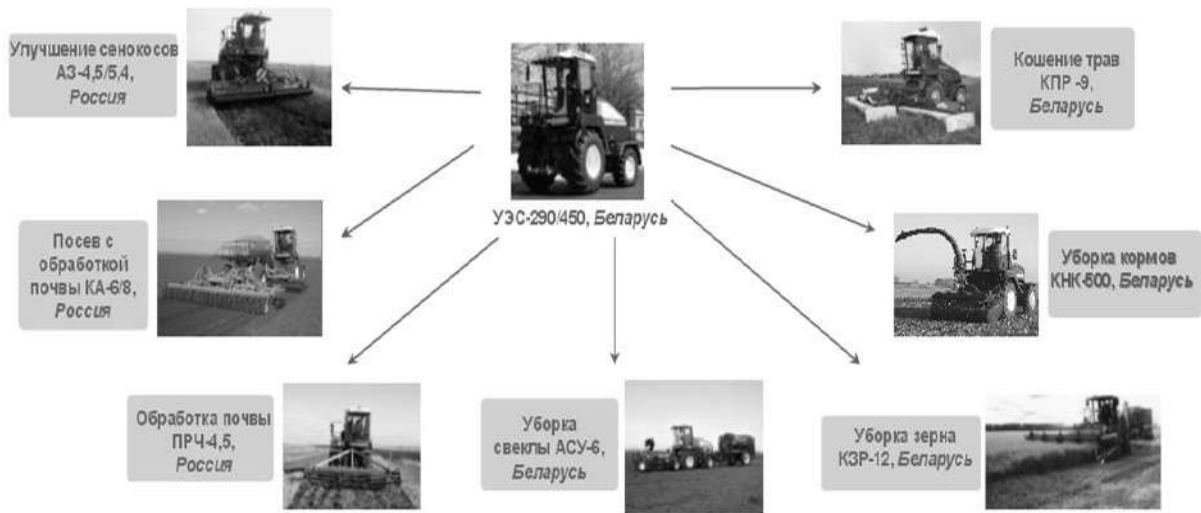


Рис. 2 - Комплекс сельхозмашин на базе УЭС-290/450

НАЗНАЧЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ МАШИН НА БАЗЕ УЭС

Чизельная и фрезерная обработка пахотных и задернелых почв, ускоренное залужение лугов и пастбищ, полосный подсев трав в дернину сенокосов и пастбищ, возделывание зерновых и кормовых культур, скашивание-плющение трав, заготовка сенажа и силоса, уборка зерновых культур и сахарной свеклы, транспортные, строительно-дорожные, коммунальные и другие работы.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ УЭС-210/280 и УЭС-290/450

УЭС-210/280 мощностью 210...280 л.с. и УЭС-290/450 мощностью 290...450 л.с. оснащены:

- двухпоточной гидромеханической трансмиссией ходовой системы;
- гидравлическим и микропроцессорным управлением гидромеханической трансмиссией и тормозами, блокировкой дифференциалов ведущих мостов, быстросоединяемыми муфтами;
- бортовой компьютерной информационной системой;

УЭС обеспечивают:

- передачу мощности на ВОМ до 100% (со стороны кабины) и до 60% (со стороны двигателя);
- удобство и быстросъемность машин и адаптеров;
- совмещение технологических операций;
- агрегатирование фронтально- и задненавесных уборочных и прицепных почвообрабатывающих машин с активными рабочими органами, комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов и других машин отечественного и зарубежного производства;
- оптимальный экономичный топливный режим работы и тяговое усилие до 30-35 кН (УЭС-210/280) и до 50 кН (УЭС-290/450) при выполнении тяговых операций: вспашка, дискование, чизельная обработка почвы, транспортные работы и др.;
- хорошую проходимость в тяжелых условиях;

-улучшение условий труда, в том числе за счет хорошей обзорности рабочих органов и комфортабельного рабочего места оператора с реверсивным постом управления, безопасность эксплуатации энергосредства;

-оперативное отображение на дисплее текущей и аварийной информации о параметрах двигателя, тормозной системы, трансмиссии, технологических органов и комплекса в целом, в том числе скорости и пройденного пути, наработки с конкретными адаптерами, достижении срока проведения техобслуживания, получении рекомендаций по регулировке машин, техобслуживанию и ремонту.

НОВИЗНА РАЗРАБОТОК

Технические и технологические решения в конструкциях УЭС и комбинированных составных агрегатов на базе УЭС защищены 27 патентами и 3-мя заявками на патенты РФ и РБ, полученными авторами разработчиками – исполнителями российско-белорусской Программы Союзного государства, в том числе 7 патентами РФ и РБ, полученным до реализации Программы.

Комплекс почвообрабатывающих машин и комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов и уборочных машин



УЭС-210/280 с фрезой ФМ-3,6 на обработке задернелых почв лугов и пастбищ



УЭС-290/450 с фрезой ФМ-5,2 на обработке почвы



УЭС-290/450 с ротационным плугом ПРЧ-4,5 для чизельной обработки почвы и щелевания



УЭС-210/280 с машиной МПТД-12 для полосного подсева трав в дернину



УЭС-290/450 с агрегатом АЗ-4,5/5,2 для ускоренного залужения сенокосов и пастбищ



УЭС-290 с комбинированным агрегатом КА-6/8 для посева зернофуражных культур



УЭС-290/450 с кормоуборочным комбайном КНК-420, предназначенным для работы с УЭС- 210/280



УЭС-290/450 с косилкой-плющилкой КПП-9



УЭС- 290/450 с кормоуборочным комбайном КНК-500



УЭС-290/450 с зерноуборочным комплексом КЗР-12 состоит из:
фронтально-навесной жатки + молотильно-сепарирующего устройства на УЭС + прицепного очистителя-накопителя зерна



УЭС-290/450 с агрегатом АСУ-6 для однофазной уборки сахарной свеклы состоит из:
навесного копателя КВН-6 на УЭС и прицепного подборщика накопителя корнеплодов ПНК-15



УЭС-290/450 с дискатором БДМ-6х4 на обработке почвы



УЭС-290/450 с плугом на вспашке залежи



УЭС-290/450 с
почвообрабатывающе-посевным агрегатом

Вышеуказанные особенности УЭС и комбинированных составных агрегатов на базе УЭС защищены рядом патентов на изобретение, полученных авторами разработчиками новых машин и УЭС по российско-белорусской Программе Союзного государства, которые использованы в конструкции новых машин и устройств, в том числе полученных до реализации Программы:

№2146083 «Агрегат для уборки сельскохозяйственных культур», зарегистрировано в реестре изобретений РФ 10 марта 2000г.;

№3996 «Агрегат для уборки сельскохозяйственных культур», зарегистрировано в реестре изобретений РБ 26 февраля 2001г.;

№1727689 «Измельчитель кукурузы, убираемой на силос», зарегистрировано в реестре изобретений СССР 22 декабря 1991г.;

Конструкторские решения, защищенные патентами РФ и РБ:

- по ротационной двухсекционной навесной косилке – плющилке КПН-6-Ф к УЭС -210/280 заявкой на патент РБ -**№20080878** «Роторная косилка»;

-по комплексу зерноуборочному роторному КЗР-12 к УЭС-290/450 патентами РБ на полезную модель **№3703** «Жатка для зерновых культур» и

на изобретение **№10963** «Способ оптимизации регулируемых параметров зерноуборочного комбайна»;

- по комбайну КНК-420 к УЭС-210/280 заявкой **№20080696** на патент РБ «Роторная жатка для уборки грубостебельных культур»;

- по комбайну КНК-500 к УЭС-290/450 патентами РБ №10959 «Сельскохозяйственная уборочная машина» и №12081 «Устройство для заточки ножей дискового измельчителя»;

- по УЭС -290/450 патентами РФ и РБ: патент РФ № 2362928 «Гидростатическая трансмиссия транспортного средства»; заявка на патент РФ №200800473 «Мобильное энергосредство»; патенты РБ: №9188 «Универсальная сельскохозяйственная машина», зарегистрирован в государственном реестре изобретений РБ 01 ноября 2007г. и отражает около 20 отличий от существующих конструкций и устройств, описывает элементы новизны конструкции УЭС и ряд его устройств, а также сельскохозяйственных машин, агрегируемых с УЭС; №11628 «Устройство управления трансмиссией транспортного средства»; №11629 «Устройство управления трансмиссией транспортного средства с реверсивным постом управления», №11847 «Сельскохозяйственная уборочная машина», №11939 «Гидростатическая трансмиссия транспортного средства», №12204 «Сельскохозяйственная уборочная машина».

При разработке конструкции машины МПТД-12 использованы технические решения и устройства, защищенные патентами РФ №1753968 «Машина для подсева трав в дернину», авторскими свидетельствами №1371547, №1371534, №1192661, а также патентами РФ №2384990 «Способ подсева трав в дернину сенокосов и пастбищ и устройство для его осуществления» и №2435346 «Способ составления посевных агрегатов».

При разработке конструкции агрегатов АЗ-3.6 и АЗ-4,5/5,2 использованы технические решения и устройства, защищенные патентами РФ: №2353082 «Комбинированный дисково-анкерный сошник», №2340151 «Ярусный дисково-анкерный сошник», №2310299 «Рабочий орган ротационного орудия», № 1371540 «Комбинированная почвообрабатывающая машина», а также «Способ ускоренного залужения задернелых почв кормовых угодий и устройство для его осуществления» - патент РФ №2423034.

Конструкторские решения по агрегату АСУ-6 к УЭС-290/450 защищены патентами РБ №8005 «Свеклоуборочный комбайн», заявкой на патент РБ №20081614 «Выгрузной транспортер бункера свеклоуборочного комбайна».

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСОВ МАШИН НА БАЗЕ УЭС

Внедрение в сельское хозяйство России и Беларуси прогрессивных технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур с использованием комплексов машин на базе УЭС позволит заменить в парке устаревшую технику и при высокой годовой загрузке УЭС (1500 ч и более) снизить материалоемкость МТП в 1,5-1,7 раза, повысить производительность труда на 40-60%, снизить себестоимость сельскохозяйственной про-

дукции на 25-35%, сократить сроки окупаемости затрат в сельском хозяйстве и сельхозмашиностроении до 1,5-2 лет при снижении стоимости комплексов машин в 2,3-2,7 раза по сравнению с набором заменяемых самоходных уборочных комбайнов (зерно-кормо-свекло-уборочных самоходных комбайнов), содействовать широкомасштабному применению почвообрабатывающих машин и комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов с активными и активно - пассивными рабочими органами, а также других машин отечественного и зарубежного производства. Суммарный годовой экономический эффект на один комплект машин на базе УЭС-210/280 и УЭС-290/450 составляет 18,66 млн. руб., а при выпуске 500 шт. комплектов в год – 9,33 млрд. руб. К настоящему времени выпущено только 10 комплектов новых комплексов блочно-модульных машин на базе перспективных УЭС.

УДК 629. 366

МОДИФИКАЦИЯ ТРАКТОРА МТЗ-421, ДЛЯ РАБОТЫ НА ЧАЙНЫХ ПЛАНТАЦИЯХ

Н.Е. Эбаноидзе

Научно-исследовательский центр сельского хозяйства Грузии
Тбилиси, Грузия

В 1960-1990 гг. чаеводство в сельском хозяйстве Грузии занимало ведущее место. В эти годы, в Грузии, совместно с МТЗ было разработано высококлиренсное самоходное шасси Т-16 МГЧ, для работы в междурядьях чая, а также комплекс машин по возделыванию, уходу и сбору чая. В дальнейшем, проведенные реформы (приватизация земель и новые формы хозяйствования) негативно повлияли на отрасль чаеводства. По существу произошла деградация отрасли. Сократились площади чайных плантаций, не закладывались новые плантации, понизился уровень механизации; соответственно, понизились качество и конкурентоспособность грузинского чая на международном рынке.

В настоящее время, на чайных плантациях Грузии применяются машины и аппараты, изготовленные до 1991 года. Очевидно, что они не способствуют развитию чаеводства в Грузии. Необходимо создание новых технических средств механизации, в том числе специального универсального высококлиренсного трактора, на котором будут агрегатироваться новые ресурсосберегающие чайные машины и аппараты.

В последние годы в научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства, с целью реабилитации чайных плантаций была создана машина для тяжелой подрезки чайных кустов, которая агрегируется на тракторе МТЗ-82. В настоящее время, в научно-исследовательском центре сельского хозяйства Грузии была разработана комбинированная машина по уходу за чайными плантациями, которая одновременно выполняет несколько операций: шпалерную подрезку кустов, измельчение срезанной массы, внесение минеральных удобрений и обработку почвы культиватором в междурядьях плантации. При культивации происходит уничтожение сорняков, перемешивание минеральных удобрений и измельченной массы с почвой. Отдельные аппараты и устройства навешиваются на самоходное шасси Т-16 МГЧ, мощностью двигателя 25 л.с.

Испытания опытного образца комбинированного агрегата выявили некоторые недостатки:

- поскольку самоходное шасси не имеет заднюю навесную систему и ВОМ, осложняется конструкция навески культиватора и активной почвообрабатывающей фрезы;

- при выполнении совмещенных операций недостаточна мощность двигателя, особенно когда диаметр ветвей чая, подлежащих для подрезки, превышает 10 мм;

- колеса самоходного шасси вызывают уплотнение почвы и создают канавки в междурядьях чая;

- радиус поворота самоходного шасси довольно высок, что ухудшает маневренность агрегата на плантациях чая.

Учитывая вышеуказанные недостатки комбинированной машины, требуется разработка более эффективного, высококлиренсного универсального трактора для работы в междурядьях высокостебельных растений, в кустарниках, в том числе и на чайных плантациях. Анализируя технические показатели существующих тракторов, мы считаем целесообразным создание высококлиренсной модификации серийного трактора МТЗ-421, который оснащен надежным итальянским двигателем “Lombardini” LDW 2204, мощностью 49,8 л.с. (36,6 кВт), имеет заднюю навеску и ВОМ (зависимый и синхронный), кроме того имеется возможность дополнительной комплектации трактора с передним навесным устройством и редуктором ПВОМ.

Для приспособления трактора МТЗ-421 к агротехническим требованиям чайных плантаций необходимо повышение клиренса трактора (агротехнического просвета) до 0,8-0,9 м. и расширение колеи колес, с возможностью их регулировки до расстояния 1,5-1,75-2,05 м. При этом эксплуатационная масса трактора не должна превышать 1900-2000 кг.

Выводы: Применение на чайных плантациях модифицированного трактора МТЗ-421, с передним и задним ВОМ-ом и навеской, полностью удовлетворит энергопотребность и простоту конструкции комбинированного агрегата для ухода чая, при этом уменьшится радиус поворота и соответственно, улучшится маневренность агрегата. Кроме того, уменьшится удельное давление колес на почву и снизится уплотнение почвы, что значительно улучшит условия вегетации кустов и приведет к повышению урожайности плантаций.

УДК

ПРОДУКЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПАО «ТМЗ»

О.Г. Прохоров

ПАО «Тутаевский моторный завод», Тутаев, Россия

ПАО «Тутаевский моторный завод», отмечающее в этом году свое 50-тилетие, выпускает многоцелевые дизельные двигатели мощностью 200...441 кВт (300...600 л.с.), коробки передач, автокомпоненты, литье и штамповки. В 2017 г. ПАО «ТМЗ» реализовало более 2,5 тыс. двигателей, что почти в 2,5 раза превышает аналогичный показатель за 2014 г.

Двигатели ТМЗ традиционно применяются на сельскохозяйственных тракторах и комбайнах, внедорожных автомобилях, дорожно-строительной и коммунальной технике, промышленных тракторах, речных судах, промышленных тепловозах, в составе электрогенераторных и насосных установок.

Двигатели ТМЗ мощностью 700 кВт (950 л.с.) используются спортивными командами «КамАЗ-Мастер» и «МАЗ-СПОРТ». Команда «КамАЗ-Мастер» на автомобилях с двигателями ТМЗ – 13-ти кратный победитель ралли-марафонов «ДАКАР» и неоднократный призер – других соревнований.

В апреле 2014 г. ПАО «ТМЗ» в инициативном порядке, при поддержке ВПК при Правительстве РФ начало реализацию программы **«Разработка и организация производства высокооборотных дизельных двигателей нового поколения с улучшенными технико-экономическими показателями (ТМЗ-880)»**, предполагающей разработку двигателей мощностью **от 294 до 1324 кВт (от 400 до 1800 л.с.)** с параметрами, соответствующими мировому уровню, и обладающими потенциалом к их дальнейшему улучшению.

Программа ТМЗ-880 нацелена на удовлетворение спроса широкого спектра потребителей в различных отраслях промышленности, снижение зависимости российских компаний от импорта, развитие экспорта.

Конструкция двигателей ТМЗ-880 будет базироваться на проверенных технических решениях, дополненных следующими изменениями, необходимыми для увеличения производительности и снижения токсичности отработавших газов: ♦увеличенный ход поршня (со 140 до 150 мм); ♦увеличенная шатунная шейка коленчатого вала (с 90 до 100 мм); ♦облегченный алюминиевый или стальной поршень; ♦поршневые кольца новой конструкции; ♦«сырая» гильза цилиндра из фосфористого чугуна; ♦чугунная головка цилиндров; ♦топливная аппаратура трех типов: традиционная разделенного типа с механическим регулятором ТНВД, традиционная с электронным регулятором ТНВД, аккумуляторного типа (Common Rail); ♦турбокомпрессор с перепуском отработавших газов; ♦внешние системы

очистки отработавших газов (для модификаций, соответствующих экологическим стандартам Stage IIIb... V).

Предпосылки реализации программы «ТМЗ-880»:

➤ **Благоприятные рыночные условия.**

Высокий спрос на данный вид продукции сохраняется как в России, так и за её пределами. Потенциальная емкость российского рынка достигает 6000 шт. в год. Важным фактором являются ограничения на государственные закупки тяжёлых дизельных двигателей и их элементов за рубежом.

➤ **Компетенции в разработке и признание потребителей.**

Завод выпускает дизельные двигатели с 1987 г., в настоящее время в производстве находятся более 40 модификаций двигателей различного назначения, которые пользуются устойчивым спросом на рынке.

➤ **Современные действующие производственные мощности**

ПАО «ТМЗ» - предприятие полного технологического цикла, на территории расположены литейное, кузнечное, термическое, механообрабатывающее производства, участки сборки и испытания двигателей. Обработка деталей осуществляется на современном оборудовании компаний MORI SEIKI, BOEHRINGER, LITZ, LIEBHERR, REISHAUER, DMG и др.

➤ **Налаженная межзаводская кооперация**

Значительную часть покупных комплектующих новых двигателей будут производить действующие поставщики. Сохранится высокий уровень локализации производства (сейчас российские компании поставляют около 98% покупных, в т.ч. предприятия Ярославской области – около 80%).

➤ **Высокая оценка независимого эксперта.**

По оценке «AVL List GmbH» (Австрия) существующая платформа (диаметр цилиндра 140 мм, ход поршня 140 или 150 мм, межцилиндровое расстояние 195 мм) обладает потенциалом для продления жизненного цикла. При реализации определенных изменений конструкции и технологии мощность базового двигателя V8 может быть увеличена до 560...646 кВт (760...879 л.с.) для коммерческих версий, а V12 до 840 кВт (1142 л.с.). Важнейшей составной частью программы «ТМЗ-880» является проект **«Разработка и организация производства высокооборотных дизельных двигателей нового поколения для сельскохозяйственной техники»**, который предусматривает создание двигателей мощностью 330...560 кВт (450...760 л.с.), соответствующих перспективным экологическим стандартам. В настоящее время разработана конструкторская документация и идет изготовление первого опытного образца мощностью 330 кВт (450 л.с.) с топливной аппаратурой типа Common Rail.

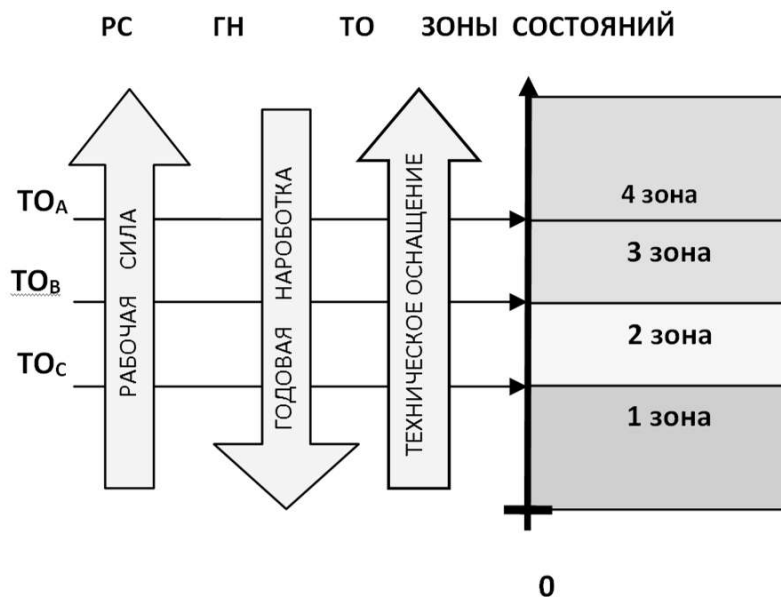
УДК 631.16

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НА СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

С.В. Машков, П.А. Ишкин

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждения
высшего образования «Самарская государственная
сельскохозяйственная академия» (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА),
Кинель, Самарская область, Россия

Эффективность работы сельскохозяйственных предприятий зависит от множества фактов. Важнейшим из них является фактор *технической оснащённости производства (ТО)*. Результаты работы, а вместе с ними и качественные состояния предприятий, которые можно описать, как минимум, четырьмя устойчивыми зонами, находятся в прямой зависимости от уровня этого фактора (Рис. 1).



РС – рабочая сила, ГН – годовая наработка сельскохозяйственной техники,
ТО – техническое оснащение

Рис. 1 - Диаграмма влияния технического обеспечения предприятий на состояние отрасли растениеводства

Первая зона. Зона сворачивания масштабов производства, а во многих случаях и прекращение деятельности предприятия.

Вторая зона. Зона растянутых агротехнических сроков выполнения технологических операций.

Третья зона. Зона оптимальных агротехнических сроков, установленных требованиями технологических карт.

Четвертая зона. Зона укрепления защитных свойств предприятия и повышения надежности его функционирования.

С агротехнической точки зрения наилучшим уровнем технической обеспеченности считается такой уровень, который гарантирует надежное выполнение всех технологических операций в оптимальные агротехнические сроки (зона 3, Рис. 1).

Насыщение хозяйства техникой выше норматива, определенного для зоны 3, всегда повышает вероятность успешного выполнения работы даже техникой с относительно низким коэффициентом готовности, а это, в конечном счете, обеспечивает высокую степень сохранности сельскохозяйственного производства при возникновении различного рода кризисных явлений.

Рост технического оснащения автоматически ведет к уменьшению показателя годовой наработки каждой единицы техники и естественному росту численности механизаторов, то есть к ухудшению именно тех показателей эффективности работы машинно-тракторного парка страны, которые традиционно принято оптимизировать. Приведенная модель качественных состояний предприятий отрасли растениеводства пригодна для решения целого ряда практических задач. Однако ее применение во многом сдерживается из-за отсутствия для каждого вида техники надлежащих алгоритмов расчета численных значений граничных переходов $ТО_A$, $ТО_B$ и $ТО_C$ (Рис. 1), устанавливающих шкалу качественных состояний аграрного производства по показателю технического оснащения.

Построение этих алгоритмов и особенности их применения можно рассмотреть на примере зерноуборочных комбайнов.

Расчет нормированной потребности аграрного производства в зерноуборочных комбайнах по алгоритму, в котором в качестве базового классификатора использован показатель суммарных потерь γ_p :

$$ТО = \begin{cases} ТО_A \text{ при } \gamma_p = 0\% \\ ТО_B \text{ при } \gamma_p = 2\% \\ ТО_C \text{ при } \gamma_p = 5\% \end{cases} \quad (1)$$

Численность зерноуборочных комбайнов для нижней границы зоны оптимальных агротехнических сроков составляет 3,94 шт. на 1000 га посева ($ТО_B=3,94$ шт.) При этом для верхней границы зоны 3, характеризующей нулевым уровнем потерь урожайности от осыпания, этот показатель равен 13,78 шт. ($ТО_A=13,78$ шт.).

Как следует из статистических данных, аграрное производство развитых стран мира, перешагнув рубеж $ТО_A$, уже более 20 лет пребывает в зоне 4.

В общем случае зерноуборочные комбайны всех классов способны работать на полях с различной урожайностью. Однако по экономическим показателям такого равенства нет, так как с ростом класса комбайна растет и уровень его часовых эксплуатационных затрат.

Описанный алгоритм является прямым отражением реализуемой технологии возделывания конкретной культуры, так как только в ее технологической карте указывают в явном виде предельные значения оптимальных продолжительностей выполнения всех технологических операций, в том числе и уборки урожая. Это обстоятельство является ключом к пониманию разительного несоответствия между величиной наработки зерноуборочного комбайна, которая рассчитана для условий граничного перехода $Т_{Ов}$ и нормативом его годовой наработки. Последний показатель, определенный для зерноуборочных комбайнов при максимально допустимом периоде их амортизации, оценивается на уровне 240-300 часов в год. В то время как конкретная технология, реализуемая в заданные агротехнические сроки, может обеспечить годовую загрузку лишь на уровне 84 часа. Достичь в этих условиях требуемой величины годовой наработки комбайна возможно лишь при уборке им нескольких культур, у которых сроки созревания не перекрываются между собой.

УДК 631.355.06

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМА ПОПЕРЕЧНОГО УРАВНОВЕШИВАНИЯ ТРАВЯНОЙ ЖАТКИ КНК-4500

А. Д. Конявский, Д.В. Джасов
НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь

Современные мощные высокопроизводительные кормоуборочные комбайны комплектуются широкозахватными жатками и работают на высоких скоростях движения (до 8...12 км/ч). Причем при постоянно изменяющемся рельефе поля для обеспечения устойчивого техпроцесса уборки травяной жаткой необходимо постоянно обеспечивать следующие три условия: установку и поддержание предварительно выбранной высоты среза на жатке; копирование жаткой рельефа поля, как в продольном, так и в поперечном направлениях; максимально возможное постоянство давления на почву опорных башмаков жатки (рекомендуемая нагрузка на почву одним башмаком 40 ± 10 кг). Поперечное уравнивание жаток обычно применяется при ширине захвата более 4 м.

Для обеспечения вышеперечисленных условий работы жатки в реальных условиях все современные кормоуборочные комбайны оснащены специальными механизмами – механизмами продольного и поперечного уравнивания адаптеров. Данные типы механизмов по способу уравнивания массы адаптера можно условно разделить на три основные группы: рычажно-пружинные, гидравлические и смешанные.

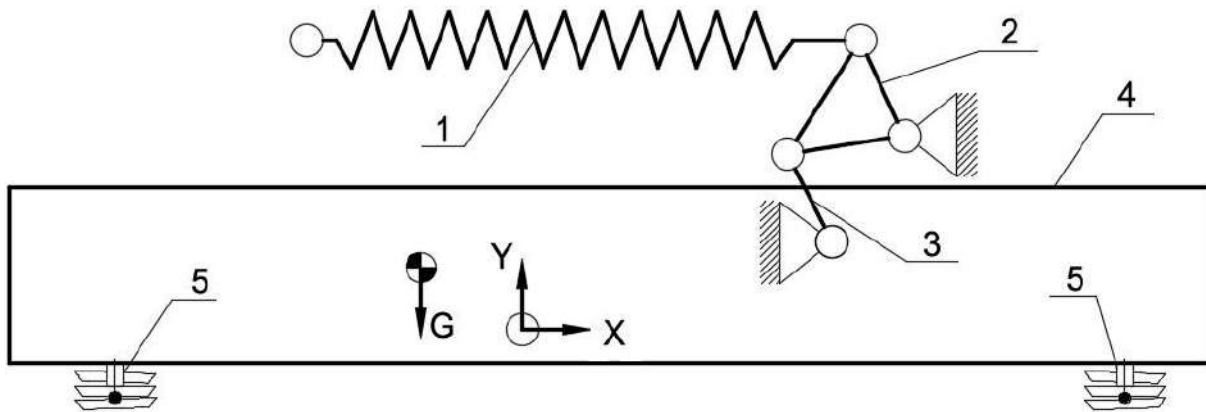
В НТЦК ОАО «Гомсельмаш» широкое применение при проектировании механизмов поперечного уравнивания (МПУ) адаптеров нашли рычажно-пружинные механизмы.

При проектировании нового навесного высокопроизводительного кормоуборочного комбайна КНК-4500 с травяной жаткой был проведен расчетный анализ, позволивший спроектировать механизм поперечного копирования жатки, который бы удовлетворял всем вышеперечисленным условиям.

Для решения этой задачи было необходимо провести оптимизацию параметров МПУ жатки путем формирования математической модели МПУ, проведения силового анализа и подбора параметров, обеспечивающих удовлетворительную характеристику поперечного уравнивания травяной жатки.

Для описания математической модели и проведения силового анализа было принято решение воспользоваться векторным способом описания рычажных механизмов [1, 2, 3].

Типовая схема механизма поперечного уравнивания травяной жатки приведена на рисунке 1.



1 – пружина; 2 – двуплечий рычаг; 3 – толкатель; 4 – адаптер; 5 – башмаки;
G – центр тяжести жатки

Рис. 1 Схема механизма поперечного уравнивания

В процессе оптимизации параметров МПУ была получена характеристика нагрузки башмака на опорную поверхность, при которой максимальная расчетная реакция на башмаке не превышает 32 кг во всем диапазоне поперечного качания жатки, также было достигнуто симметричное изменение реакций на левом и правом башмаках.

Представленный подход создания и оптимизации математической модели механизмов поперечного уравнивания адаптеров с помощью векторного способа, применяемого в НТЦК более 15 лет, позволяет с минимальными затратами обеспечить проектирование новых изделий с характеристиками, соответствующими техническому заданию.

Литература

1. Чупрынин, Ю.В. Алгоритм расчета геометрии ременного контура векторным способом / Ю.В. Чупрынин, А.А. Дюжев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005. – №6. – С.39-40.
2. Котов, А.В. Применение векторного анализа при проектировании рычажных механизмов/ А.В. Котов, Ю.В. Чупрынин // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 2007. – С.32-37.
3. Джасов, Д.В. Оптимизация параметров механизма подъема капота косилки с применением газовых пружин/ Д.В. Джасов, Д.Н. Иванов, А.С. Шантыко// Вестник аграрной науки Дона. – 2018.–№2(42). – С.65–73.

УДК 67.05

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ

П.А. Еськов, Р.С. Кадемик, Е.А. Клебанов
ООО «Техникон», Минск, Беларусь

Стендовое испытательное оборудование является неотъемлемым элементом системы жизненного цикла изделия с момента разработки до эксплуатации у непосредственного заказчика.

Развитие элементной базы систем автоматики и средств измерений позволяет создавать современные решения, обеспечивающие высокую достоверность результатов испытаний и снижение влияния субъективных факторов.

С точки зрения производственного предприятия испытательные стенды являются уникальным оборудованием, которое получает и накапливает информацию о результатах испытаний. Достоверная и статистически обработанная информация о результатах испытаний, совмещенная с информацией об изменениях в конструкции, технологии, закупках, обеспечивает прослеживаемость изделия в производственном цикле. Это может стать мощным средством ранней диагностики проблемных ситуаций, оценки влияния конструктивных изменений, контроля состояния покупных комплектующих изделий. Данные задачи решаются интеграцией стендов в информационную структуру предприятия.

Важным моментом разработки современных стендов для испытаний силовых передач является использование замкнутых силовых контуров, обеспечивающих рекуперацию энергии. Это особенно актуально для стендов с высокой нагрузкой обеспечивающих испытания узлов передающих значительную мощность.

Универсальное программное обеспечение позволяет испытывать на одном стенде различные узлы по уникальным программам испытаний, произвольно формируемых пользователем.

УДК 631.354.2

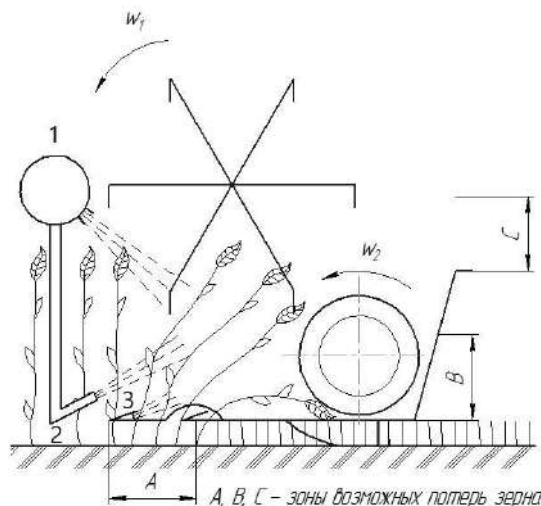
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ДЛЯ ПОДАЧИ СТЕБЛЕЙ НА ПЛАТФОРМУ ЖАТКИ

А.В. Ключков, Р.В. Богатырев

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Беларусь

Потери зерна при работе жатки зерноуборочного комбайна могут происходить в различных зонах в силу разных причин. Потери зерна в зоне от захвата стеблей до их подачи на платформу жатки возникают из-за недостаточной частоты вращения мотовила или его высокого поднятия. Особенности потерь зерна в зоне соединения жатки и наклонной камеры обусловлены слабым натяжением уравнивающих пружин жатки, или из-за недостаточной герметизации в мостах стыковки жатки и наклонной камеры. Потери зерна возможны через ветровой щит жатки и возникают при чрезмерной частоте вращения мотовила.

Наиболее сложной является зона «А», где одних регулировочных мероприятий бывает недостаточно для эффективного предотвращения возможных потерь зерна. Для этих целей могут использоваться различные варианты воздушного сопровождения. Рассмотрим рабочий процесс жатки с вариантами воздушного сопровождения подачи убираемой массы (Рис. 1).



1 – пневматическое мотовило; 2 – система воздушного сопровождения AWS;
3 – стеблеподъемник с воздушным соплом

Рис. 1 - Схема расположения возможных зон потерь зерна и вариантов воздушного сопровождения подачи стеблей на жатку

Считается также перспективным применение дополнительных устройств в виде пневмомеханических стеблеподъемников (ПМС) для совершенствования данного технологического процесса. Для этого необходимо обеспечить следующие требования к конструкции и рабочим параметрам ПМС. Длина стеблеподъемника должна быть минимально необходимой. Скорость воздушного потока должна превышать критическую ско-

рость для семян убираемых культур и должна быть достаточной для ее подъема над режущим аппаратом.

Проведены экспериментальные исследования с целью определения параметров отклонения стеблей при воздействии на них воздушным потоком с различными вариантами скорости воздуха, направленности и расстояния. На определенном расстоянии от оси устанавливали форсунку с диаметром выходного отверстия 2, 4 или 6 мм. Устанавливали направление подачи воздушного потока на центр каждой из частей стебля. Фиксировали угол отклонения стебля по шкале, размещенной на пластине. Повторяли опыт, изменяя диаметр форсунки и расстояние (400, 500, 600 мм) от исходной оси стебля до форсунки. Также параллельно измеряли скорость воздушного потока с помощью ареометра.

При расстоянии от жиклера до стебля 400 мм и подаче воздуха в нижнюю зону стебля средний угол отклонения стебля имеет наибольшее значение – 37° , а наименьший угол – в верхней зоне, равный 18° . При расстоянии от жиклера до стебля в 500 мм максимальное среднее значение угла отклонения было получено при подаче воздуха в среднюю зону, которое составило 25° . При направлении воздуха в верхнюю зону угол принял минимальное значение в 15° . С направлением воздуха в нижнюю зону средний угол отклонения оказался минимальным, а именно 13° . Скорость воздушного потока на уровне исходного расположения стебля составляла 2,5-7,0 м/с (среднее значение 4,0 м/с).

В дальнейшем планируется продолжение опытов, которые позволят установить, с каким давлением воздуха и на каком расстоянии необходимо воздействовать на стебли убираемой культуры для их стабильной подачи на платформу жатки зерноуборочного комбайна.

Литература

1. Клочков А.В. Обоснование параметров стеблеподъемника для повышенной высоты среза растений комбайном / А. В. Клочков, С.С. Шкуратов // Вестник БарГУ – 2015. – № 3. – С. 85-90.
2. Клочков, А.В. Предотвращение потерь зерна при уборке [Текст]: рекомендации / А. В. Клочков, В. В. Гусаров, В. Ф. Ковалевский. – Горки: БГСХА, 2015. – 108 с.
3. Авторское свидетельство СССР 1440413, МПК А 01 D 65|02, 1988.
4. Патент Республики Беларусь на полезную модель № 4610 «Стеблеподъемник», М.КЛ А01D 65/00, заявлено 29.01.2008, опубл. 02.06.2008.

УДК 621.762

ПОЛОСОВОЙ АНТИФРИКЦИОННЫЙ МЕТАЛЛОФТОРОПЛАСТОВЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ С РЕГУЛИРУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ

С.В. Шишков

УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

Среди разнообразных антифрикционных материалов, используемых для изготовления подшипников скольжения, особое место занимают слоистые композиционные материалы. Наиболее перспективным видом таких материалов является материал, представляющий собой стальную полосу с напечёнными на неё сферическими частицами бронзы. Поры бронзового слоя заполнены фторопластовым наполнителем с металлическими включениями.

Для изготовления этого материала используется технология без возможности регулировки пористости бронзового слоя. Эта особенность не позволяет изменять эксплуатационные свойства материала.

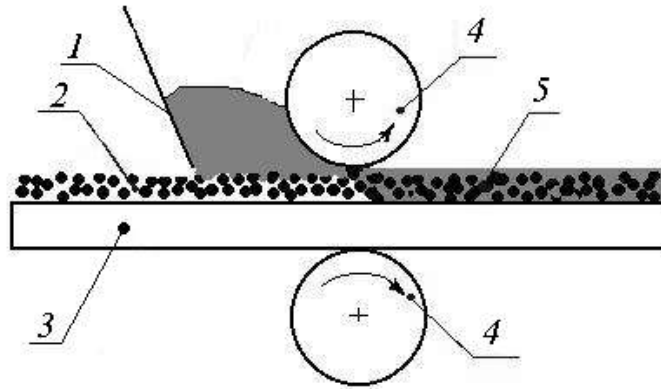
В ГГТУ им. П.О. Сухого разработан технологический процесс изготовления полосового антифрикционного металлофторопластового композиционного материала, позволяющий регулировать пористость бронзового слоя [1].

Основными этапами разработанной технологии являются:

1. Подготовка стальной полосы (зачистка, обезжиривание).
2. Подготовка порошковой шихты: смешивание бронзового порошка с разрыхлителем – компонентом, который не влияет на свойства шихты и удаляется при дальнейшем спекании, способствуя образованию пор. Количество вводимого разрыхлителя зависит от требуемой пористости бронзового слоя.
3. Нанесение шихты на стальную полосу методом совместной прокатки. При этом порошковая шихта наносится равномерно по всей поверхности стальной полосы.
4. Спекание полосы в защитной атмосфере (среда СО) при температуре 900°C в течение 30 мин. При спекании также происходит удаление разрыхлителя и образуются поры.
5. Приготовление фторопластовой пасты путем коагуляции водной суспензии фторопласта с добавлением наполнителей, улучшающих эксплуатационные свойства рабочего слоя.
6. Пропитка пористого слоя бронзы путем вкатывания пасты валками (Рис.1).
7. Сушка пропитанной полосы. Паста, вкатанная в поры, просушивается в печи при температуре ниже 100°C . Паста чувствительна к температуре, и при ускоренной сушке (более высокой температуре) в поверхностном слое могут образоваться трещины.

8. Спекание фторопласта. Частицы фторопласта в порах и на поверхности бронзового слоя должны быть спечены при температуре 380-400 °С.

9. Калибровка полосы в размер и «закалка» фторопласта.



1-бункер с пастой; 2-пористый слой бронзы; 3-стальная полоса; 4-прокатные валки; 5-пористый слой, пропитанный пастой фторопласта.

Рис.1 - Схема пропитки

После выполнения этих операций полоса представляет собой готовый антифрикционный материал, из которого в дальнейшем методом штамповки изготавливаются свертные втулки, упорные кольца и др. самосмазывающиеся подшипники.

Таким образом, предлагаемая технология позволяет производить металлофторопластовый материал с различной пористостью бронзовой матрицы, что делает возможным введение различного количества антифрикционного наполнителя (от 30 до 50 %).

Были проведены сравнительные лабораторные испытания полученного материала и металлофторопластовой ленты (МФЛ), производимой Климовским машиностроительным заводом (РФ).

Результаты испытаний показали, что полученный материал с пористостью около 30 % проявляет эксплуатационные характеристики, близкие к аналогу (МФЛ). Материал с пористостью бронзовой матрицы около 50 % уступает по своим характеристикам аналогу при режимах работы с высокими нагрузками, что объясняется снижением прочностных свойств рабочего слоя. Однако при малых удельных давлениях и повышенных скоростях скольжения срок службы подшипников из данного материала значительно превосходит срок службы аналога, вследствие наличия избыточного количества твердой смазки в зоне трения. Применение материала с увеличенной пористостью бронзового слоя эффективно в условиях работы подшипников при низких нагрузках.

Материал имеет следующие геометрические характеристики: толщина стальной полосы-подложки — 0,8 ... 1,2 мм, толщина рабочего антифрикционного слоя — 0,2 ... 0,5 мм, ширина полосы — 70 ... 250 мм, длина полосы — 100 ... 300 мм. По результатам лабораторных испытаний матери-

ал имеет следующие эксплуатационные характеристики: $PV = 0,5$ МПа·м/с, коэффициент трения 0,12, интенсивность износа 0,0003 ... 0,0017 г/км в зависимости от режимов эксплуатации.

Таким образом, разработанная технология расширяет диапазон применения металлофторопластового композиционного материала, т.к. позволяет изготавливать материал с разной пористостью бронзовой матрицы (а, следовательно, и с разными эксплуатационными характеристиками) для конкретных режимов работы подшипников.

Литература

1. Бобарикин, Ю.Л, Шишков, С.В. Способ изготовления полосового антифрикционного металлофторопластового материала. - Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого, №3 2011г. с.3-9.

УДК 538.9:620.3

МНОГОСЛОЙНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА ДЛЯ ИНСТРУМЕНТА И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ОСНАСТКИ

Н.Ф. Соловей¹, Н.Н. Федосенко², А.С. Шантыко¹,
Е.А. Кулеш², А.С. Руденков²

¹ НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь,

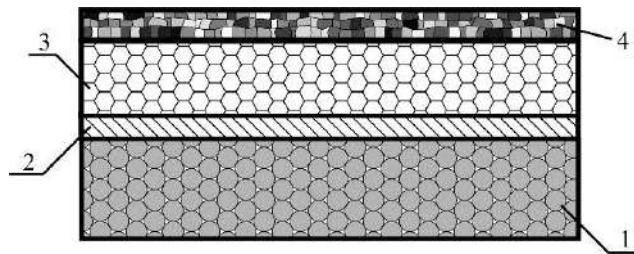
² УО «Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», Гомель, Беларусь

Использование качественных режущих инструментов с механическими и технологическими свойствами является одной из основных предпосылок успешного промышленного производства. Основным фактором повышения износостойкости инструмента и оснастки является правильный выбор инструментального материала для обработки и упрочняющего покрытия.

Одним из распространенных способов (методов) модифицирования инструментального материала является использование углеродных покрытий. Однако, существуют особенности, ограничивающие использование монокомпонентных углеродных покрытий, такие как: низкая термостойкость в процессе резки и низкий коэффициент трения, ведущий к снижению интенсивности резания, увеличению времени резания и энергопотребления в целом [1]. Использование многослойных систем позволяет снизить недостатки механических свойств, увеличить эластичность покрытий, эффективно отводить тепло из зоны трения, тем самым снижая процессы термоокислительной деструкции [2].

В ходе проведения научно-исследовательской работы установлено, что последовательная обработка ионами азота композиционных металл-углеродных покрытий приводит к возрастанию коэффициента трения на стадии приработки за счет абразивного воздействия твердых фаз CN_x в приповерхностном слое. На основании проведенных исследований предложена конструкция покрытия, содержащего азотированный слой 1 (Рис. 1), глубина которого составляет $1\div 10$ мкм, переходный слой карбонитридов железа и легирующих элементов 2 толщиной $10\div 20$ нм, легированный металлом углеродный слой толщиной $200\div 400$ нм 3 и легированный металлом углеродный слой, модифицированный ионами азота 4 толщиной $30\div 50$ нм. Модифицированный ионами азота 4 и легированный металлом углеродный слой 3 воспринимают контактную нагрузку в локальных участках и передают ее детали более распределенной. Слой 2 обеспечивает высокую прочность адгезионного соединения с внутренним азотированным слоем 1, расположенным на стальной детали.

Поверхность изделия в течение 1 часа обрабатывается ионами азота с энергией до 1,5 кэВ, что приводит к образованию азотированного слоя и повышению микротвердости детали из стали до $\sim 2,30$ ГПа.



1 – азотированный слой; 2 – переходный слой из карбонитридов железа и легирующих элементов; 3 – легированный металлом углеродный слой; 4 – легированный металлом углеродный слой, модифицированный ионами азота

Рис. 1 – Деталь с многослойным покрытием с градиентным увеличением микротвердости отдельных слоев

Затем на обработанную поверхность наносят легированное металлом углеродное покрытие путем одновременной работы импульсного источника углеродной плазмы и магнетрона, являющегося источником потока частиц металлической плазмы. В результате химического взаимодействия элементов азотированного слоя с углеродным покрытием образуется переходной слой, состоящий из карбидов, нитридов и карбонитридов железа. Формирование переходного слоя позволяет уменьшить градиент микротвердости между основой и углеродным слоем, а также способствует повышению адгезии покрытия к поверхности изделия. Последующая обработка ионами азота приводит к травлению покрытия со скоростью $30\div 40$ нм/мин. Кроме этого, такая обработка (60 с.) сопровождается частичной имплантацией ионов азота, с последующим образованием соединений типа CN_x , характеризующихся высокой твердостью. Содержание азота в поверхностном слое достигает $10\div 14$ ат. %. При увеличении длительности обработки происходит значительное уменьшение толщины покрытия, что негативно сказывается на механических свойствах покрытия на основе углерода. При уменьшении длительности обработки концентрация азота в поверхностном слое снижается, что не позволяет существенно увеличить микротвердость системы в целом. Установлено, что микротвердость системы «многослойное покрытие – инструментальная основа» может достичь порядка $12\div 14$ ГПа в зависимости от марки сплава инструментальной основы и конструкции покрытия.

Литература

1 Donnet, C. Tribology of Diamond-like Carbon Films: Fundamentals and Applications / C. Donnet, A. Erdemir. – Springer Science & Business Media, 2007. – 680 p.

2 Перспективы применения плёночных упрочняющих покрытий на дереворежущем инструменте / С. И. Карпович [и др.] // Труды БГТУ. – 2011. – Т. 140. – С. 302 – 304.

УДК 621.92

АБРАЗИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

М.П. Купреев

УО «Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», Гомель, Беларусь

Эффективность шлифования в значительной степени определяется не только возможностями станка, но и применяемого инструмента (шлифовального круга). Для обработки деталей из труднообрабатываемых материалов все большее применение находят высокопористые абразивные круги на керамической связке с повышенными номерами структуры и пористостью. По этой причине белорусские предприятия, на которых используются современные высокопроизводительные шлифовальные станки, вынуждены приобретать для их оснащения высокотехнологичный абразивный инструмент за рубежом.

Целью работы является разработка технологии изготовления высокопористого абразивного инструмента повышенного качества.

Пористые абразивные круги можно разделить на две группы:

- пористые - с мелкими порами, величина которых меньше величины абразивного зерна;
- крупнопористые - с порами значительно большими, чем абразивное зерно.

Наибольший интерес для промышленности представляют крупнопористые абразивные инструменты, общая объемная пористость которых может быть от 35 % до 70 %, а величина пор от 0,15 мм и более. В связи с этим для исследования выбран порошок электрокорунда зернистостью F80 (160 мкм) и F60 (250 мкм), а в качестве выгорающего наполнителя – новый органический наполнитель с размером частиц 320-630 мкм. Размер частиц наполнителя превышал размер абразивного зерна в 1,5...4 раза, что позволило получить высокопористый абразивный материал.

На рисунке 1 представлен высокопористый шлифовальный круг ЧЦ 60х48х25 25А F60, изготовленный из электрокорунда А25 зернистостью F60 (250 мкм) с использованием порообразующего органического наполнителя, а на рисунке 2 – его поровая структура.

На рисунке 3 представлен высокопористый шлифовальный круг ЧЦ 60х48х25 92А F60, изготовленный из хромо-титанистого электрокорунда А92 зернистостью F60 (250 мкм), а на рисунке 4 – его поровая структура.

На рисунках 2 и 4 видно, что поры достаточно равномерно расположены по объему абразивного круга и по величине в 2...3 раза превышают размер абразивных частиц.



Рис. 1 - Круг ЧЦ 60x48x25 25A F60



Рис. 2 - Структура шлифовального круга ЧЦ 60x48x25 25A F60



Рис. 3 - Круг ЧЦ 60x48x25 92A F60

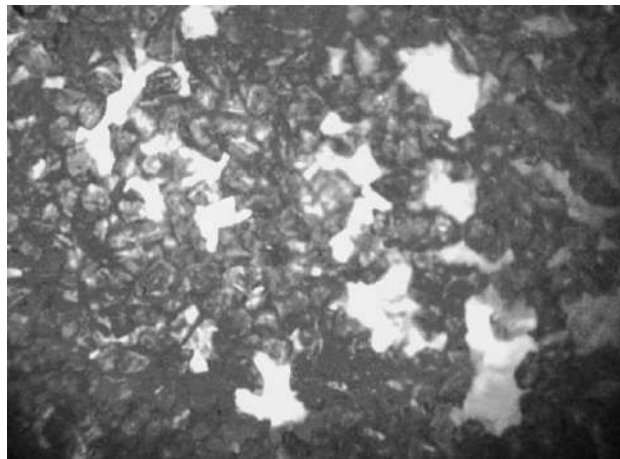


Рис. 4 - Структура шлифовального круга ЧЦ 60x48x25 92A F60

Установлено, что при содержании связки более 14 % шлифовальные круги склонны к засаливанию даже при структуре 12. При содержании связки менее 12 % шлифовальные круги получаются мягкими и сыпятся. Наилучшие эксплуатационные свойства имеют круги, изготовленные из шихты, содержащей 13,5 % (по массе) керамической легкоплавкой связки и 16-20 % (по массе) порообразующего наполнителя. В процессе работы они не засаливаются, не сыпятся и обеспечивают достаточно большую глубину резания. Режущая способность и производительность указанных инструментов значительно выше обычных кругов. Кроме того, высокопористый абразивный инструмент и обрабатываемый материал при работе нагреваются меньше, вследствие чего не наблюдается прижогов на обрабатываемой поверхности.

Губчатая структура инструмента позволяет обрабатывать им труднообрабатываемые металлы, а также резину, пробку, кожу, войлок и др.

УДК 538.9:620.3

ОЦЕНКА АДсорбЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Н.Ф. Соловей¹, Н.Н. Федосенко², А.С.Шантыко¹, А.А. Рогачев²

¹ НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь,

² УО «Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», Гомель, Беларусь

В работе описаны статические, полустатические и динамические методы определения поверхностного натяжения. Показано, что среди представленных методов, метод лежащей капли является наиболее применимым для твердых гетерогенных поверхностей с целью определения их адгезионных свойств. Использование приближения метода ОВРК (метод Оунса, Вендта, Рабеля и Кьельбле) позволяет по измеренным краевым углам смачивания двух известных тестовых жидкостей (глицерина и воды) найти полную поверхностную энергию поверхности, а также ее составляющие: дисперсионную и полярную [1]. Установленная величина поверхностной энергии может коррелировать также со степенью адгезионного взаимодействия подложки с другими жидкостями, в том числе и достаточно сложного химического состав. Кроме того, установление изменения во времени краевого угла смачивания позволяет определить степень энергетической гетерогенности твердой поверхности.

Поверхностная энергия или свободная поверхностная энергия – термодинамическая функция, характеризующая энергию межмолекулярного взаимодействия частиц на поверхности раздела с частицами контактирующих фаз. Поверхностная энергия обусловлена энергетическим отличием в состоянии частиц (атомов, молекул) на границе раздела фаз и в объеме вследствие некомпенсированности силовых полей частиц на поверхности раздела. Поверхностная энергия σ определяется как работа образования единицы площади поверхности (размерность Дж/м² [2]. Таким образом, свободная поверхностная энергия (поверхностное натяжение) является основной энергетической характеристикой любого вещества. Поверхностная энергия твердого тела в отличие от поверхностного натяжения жидкости не является равновесной величиной, а зависит от предыстории поверхности, особенностей ее формирования, и может различаться в различных точках поверхности. Величина поверхностной энергии является важным технологическим параметром при создании новых материалов, их модифицировании и др. Так задачей плазменных методов активационной обработки полимерных материалов является повышение их смачиваемости, что реализуется только в том случае, если поверхностная энергия обработанного материала будет выше поверхностного натяжения жидкости. Значительную, если не определяющую, роль поверхностные явления играют в процессах синтеза нанокристаллических систем, во флотационных

процессах обогащения руд цветных металлов, в гетерогенном катализе, создании твердых адсорбентов.

В представленной работе оценивалась смачиваемость различных материалов с нанесенным на их поверхность покрытием и без покрытия, а также их поверхностная энергия, рассчитываемая на основании теоретических выкладок Фоукса. Адсорбционную активность поверхностей, получаемых различными способами, оценивали путем расчета поверхностной энергии и ее составляющих. Объектом испытаний были образцы ст.3 без покрытия и с покрытиями, нанесенными методами гиперзвуковой металлизации, газопламенного напыления и деформационного плакирования. Материалы покрытия, полученного методом гиперзвуковой металлизации (ст.40Х13, 30ХГСА, 65Г, 95Х18), методом газопламенного напыления (СВМПЭ, 80% СВМПЭ+20%БрОФ10-1), методом деформационного плакирования (фторопласт, полиуретан, полиэтилен, эбонит).

Расчет производили на основании результатов измерений краевых углов смачивания поверхности образцов двумя различными жидкостями: глицерином и дистиллированной водой фиксированного объема (5 мкл). Захват и распознавание изображения лежащей капли жидкости проводился с помощью специально разработанной программно-аппаратной системы «Капля-2» на базе микроскопа МБС-6 с частотой 1 Гц в течение 1,5 мин.

Установленные значения краевых углов смачивания, рассчитанные на их основе адсорбционные и термодинамические характеристики поверхности и проанализированные факторы, влияющие на их значения, позволили произвести оценку антиадгезионных свойств покрытий для деталей технологического тракта кормоуборочной техники, не проводя трудоемкие и затратные испытания самих узлов.

Результаты работы могут быть использованы при проведении научно обоснованного выбора multifunctional покрытий для деталей зерно- и кормоуборочной техники.

Литература

- 1 Choi, S. Dynamic contact angle in rim instability of dewetting holes/ S. Choi, B. Zhang // J. Chem. Phys. – 2006. – Vol. 124. – P. 54702-1 – 54702-6.
- 2 Roudman, A.R. Surface energy of experimental and commercial nanofiltration membranes: effects of wetting and natural organic matter fouling / A.R. Roudman, F.A. DiGiano // Environmental Sciences and Engineering. – 2000. – Vol. 12. – P. 62 – 65.

УДК 621.22-225

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ РУКАВОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ В ГИДРОСИСТЕМАХ С ДРОССЕЛЬНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ

О.В. Рехлицкий, В.В. Подрез, А.М. Шмыгов
НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь

Рукава высокого давления (РВД) в гидросистемах применяются повсеместно. Для обеспечения требуемой скорости перемещения исполнительных органов в гидросистемах с насосом постоянной производительности применяется дроссельное регулирование с установкой дросселя в напорной линии.

При эксплуатации комбайнов выявлено, что в случае установки дросселя на входе в рукав при определенных условиях возможно повреждение РВД с потерей герметичности гидросистемы.

Проработаны гипотезы возможных причин отказов РВД.

Стендовыми испытаниями подтверждена гипотеза повреждаемости РВД внутренней струей истечения рабочей жидкости через дроссель. Определены граничные условия надежной эксплуатации РВД в зависимости от диаметра проходного сечения дросселя, давления в гидросистеме, конфигурации РВД.

Результаты работы используются при проектировании гидросистем в НТЦК ОАО «Гомсельмаш».

УДК 338.43.631.371

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

Н.В. Грунтович, В.Б. Попов, И.В. Петров

УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

На надежность подшипников качения влияет достаточно много факторов.

1. Подшипники качения необходимо выбирать исходя из его режимов работы и рекомендаций конструктора.

2. Существенное влияние на срок эксплуатации оказывает качество подшипника (волнистость колец, некруглость тел качения, равномерность зазоров между телами качения и кольцами).

3. Недостаточное количество смазочного материала или неправильный его выбор неизбежно приводит к преждевременному износу подшипника, к сокращению срока его службы.

4. После установки подшипника, особенно если растет температура, необходима первая смена смазки через 80 – 100 часов работы. Загрязненная смазка увеличивает скорость износа подшипника.

5. Важным условием длительной эксплуатации подшипников является отсутствие наклепов (бринелирования), которые могут образоваться при перевозке в сборе или при длительном бездействии механизма в условиях повышенной вибрации рядом стоящих механизмов.

6. Проведение электросварки на валу или рядом приводит к электрокоррозии тел качения и колец.

7. Строгое соблюдение требований к посадкам подшипников качения – не допускать перекосов наружного кольца.

Как правило, посадки должны быть тем плотнее, чем тяжелее условия работы, то есть, чем больше нагрузка, диапазон ее колебаний, скорость изменения нагрузки. Допускается проворачивание наружного кольца – один оборот в сутки.

8. Подготавливая посадочное место, не допускать овальность вала, т.к. это передается на дорожки качения, искажая форму и вызывая повышенный уровень вибрации.

9. Соблюдать технологию снятия подшипников, не допускать локальных перегревов внутреннего кольца и вала.

10. Соблюдать технологию нагрева и монтажа подшипников качения на вал.

Как показывает статистический анализ отказов подшипников качения, что невыполнение хотя бы одного условия надлежащим образом сокращает срок эксплуатации подшипников.

Для снижения влияния этих факторов на срок службы подшипников необходимо решить следующие задачи:

- ✓ выполнять входной контроль подшипников на диагностическом стенде (Рис.1). Как показало диагностирование новых подшипников качения, годными к эксплуатации оказалось 48% от общей выборки (Рис.2);
- ✓ периодический диагностический контроль ПК в эксплуатационных условиях. Как показали исследования порядка 50% во время плановых ремонтных работ снимается в хорошем техническом состоянии (Табл. 1);
- ✓ периодическая замена смазки во время эксплуатации (Рис.3);
- ✓ повышение квалификации специалистов в области технической диагностики.

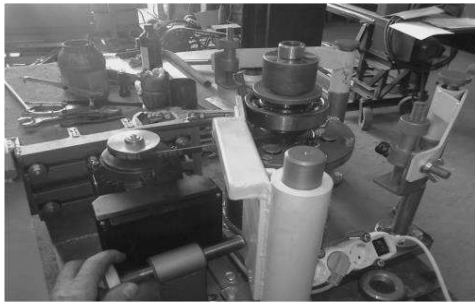


Рис. 1 - Диагностический стенд ПК (разработка авторов)

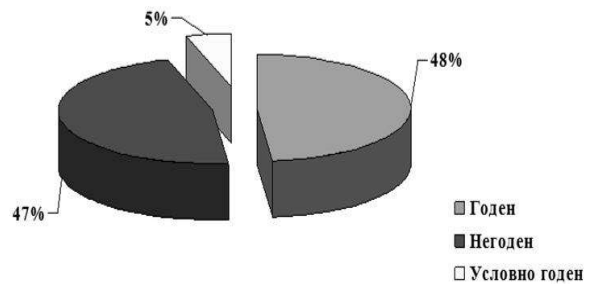


Рис. 2 - Результаты диагностирования новых ПК на диагностическом стенде в диапазоне частот от 600 до 5000 Гц

Табл.1 - Оценка качества ПК бывших в эксплуатации по результатам технического диагностирования в зависимости от заданной установки вибрации

№п/п	Тип подшипника качения	Порядковый номер по типу	Состояние 0-500 Гц	Состояние 500-5000 Гц	Уровень вибрации
1	6205-2RS		Изношен, 78Дб	Изношен	7 мм, 85
2	380708K10T2C17№1	№1	Хорошее, 70Дб	Хорошее	2 мм,
3	380708K10T2C17№2	№2	Хорошее, 62Дб	Хорошее	2,5 мм, 73
4	380708K10T2C17№3	№3	Очень хорошее,	Хорошее	75 Дб, 2,7
5	380708K10T2C17№4	№4	Хорошее, 76 Дб	Изношен	7 мм, 86
6	1580211C17		Очень хорошее,	Хорошее	2,8 мм, 76
7	1726208-2RS		Изношен, 70Дб	Изношен	6,4 мм, 83
8	SKF 05037L		Очень хорошее,	Очень хо-	1 мм, 64
9	SKF 020701		Очень хорошее,	Очень хо-	1 мм, 64
10	22310	№1	Изношен, 78 Дб	Изношен	7 мм,
11	22310	№2	Хорошее, 76Дб	Изношен	6,5 мм,

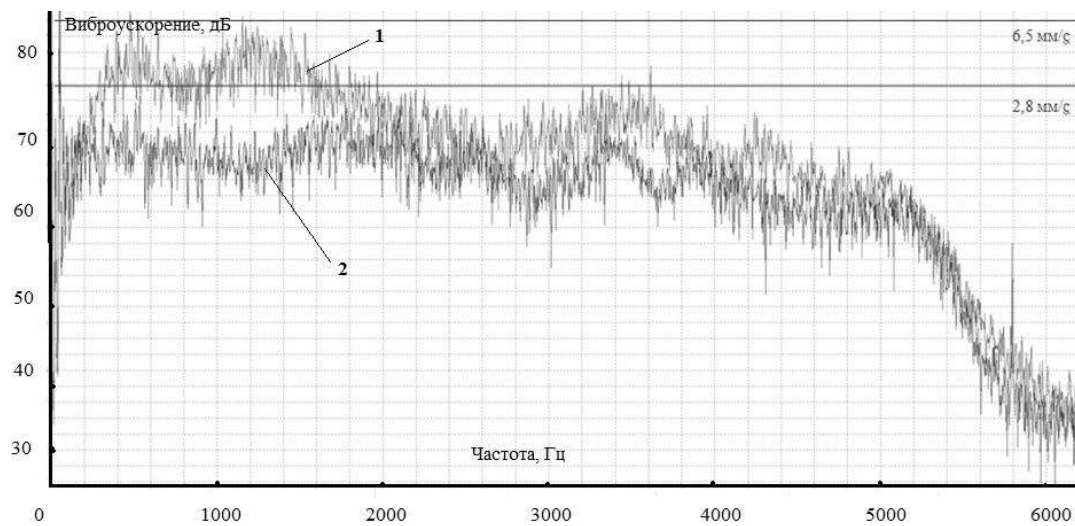


Рис. 3 - Спектры вибрации ПК 311 №3 до и после удаления старой смазки:
1 - со старой смазкой, 2 - после удаления старой смазки и добавления новой

Литература

1. Грунтович Н.В., Петров И.В., Кирдищев Д.В. Гипоциклоида частоты вибрации подшипников качения. Тезисы докладов 3-ой Международная конференции с элементами научной школы «Актуальные проблемы энергосбережения и энергоэффективности в технических системах», Тамбовский государственный технический университет, 25-27 апреля 2016 г./Министерство образования и науки Российской Федерации; Т.И. Чернышова, отв. ред. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2016, с 288-289.

УДК 62-33 (075.8)

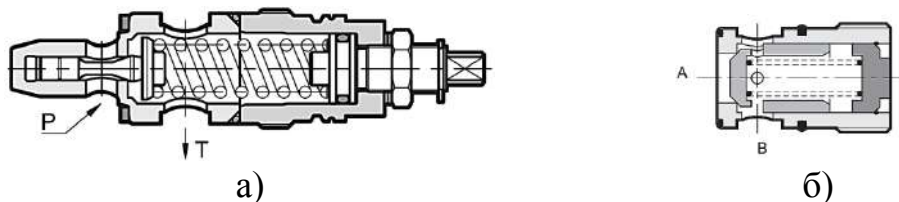
ФОРМИРОВАНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КЛАПАНОВ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ

М.С. Мельниченко, Ю.А. Андреев

УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

Одной из актуальных задач современного гидромашиностроения является увеличение компактности объемных гидроприводов, минимизации размеров с одновременным сохранением работоспособности, надежности и безопасности при эксплуатации. При неизменных нагрузках данная задача решается путем форсирования по давлению гидрофицированных механизмов и машин [1]. В контексте безопасности эксплуатации объемных гидроприводов важным значением имеет система предохранения от перегрузок.

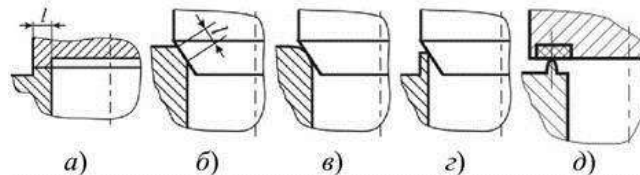
В современной мобильной гидравлике все более широкое применение находят гидроаппараты ввертного монтажа [1]. Большинство зарубежных фирм, таких как Duplomatic и др., предлагают широкий выбор клапанов патронного и ввертного монтажа (Рис.1) [2].



а) предохранительный типа DBV; б) обратный типа VR

Рис.1 – Клапаны ввертного монтажа фирмы Duplomatic

Работоспособность и надежность клапанов зависит от качества герметизации затвора, которое, в свою очередь, определяется видом применяемого уплотнения [3,4]. Уплотнения клапанов имеют разнообразные геометрические размеры и конструкцию (Рис.2).



а), б) «металл-металл» с широкой зоной контакта; в) «металл-металл» с линейным контактом; г) в виде упругой тонкостенной оболочки; д) «металл-полимерный материал»

Рис. 2 - Конструктивные типы клапанных уплотнений

Обеспечение герметичного перекрытия потока рабочей среды – основное назначение клапанного уплотнения. Герметичность уплотнения определяется допускаемыми утечками и основным методом герметизации заключается в обеспечении плотного контакта поверхностей под действием сжимающей нагрузки.

В соответствии с методикой определения утечек [3,4] при давлении 20 МПа расчетная величина утечки для плоского уплотнения с широкой

зоной контакта составляет $Q_y = 2,942 \cdot 10^{-15} \text{ м}^3/\text{с}$, а для уплотнений с упругой кромкой - $2,471 \cdot 10^{-15} \text{ м}^3/\text{с}$. Что удовлетворяет требованиям, указанным в методике проведения прямо-сдаточных испытаний ($0,33 \text{ см}^3/\text{с}$) [5].

Таким образом, при рабочих давлениях в системах гидрофицированных машин возможно использование клапанов с плоским уплотнением с широкой зоной контакта, так как они обладают достаточной герметичностью и простотой изготовления. При проектировании гидросистемы привода вентилятора ДВС комбайна КВК – 800 был разработан блок гидроаппаратов ввертного монтажа (рис. 3) с данным типом уплотнения.

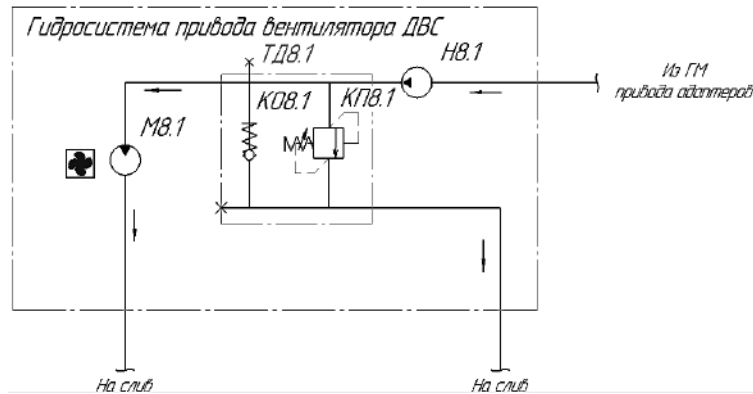


Рис. 3 - Гидросистема привода вентилятора ДВС комбайна КВК – 800

Таким образом, можно сделать вывод, что экспериментальная утечка незначительно превышает расчетную, т.к. в расчетной формуле нельзя учесть все факторы, влияющие на величину утечки (шероховатость поверхностей, резкое изменение скорости затвора клапана т.д.). Применение гидроаппаратов ввертного монтажа улучшает габаритно-весовые характеристики объемного гидропривода, что играет немаловажную роль при использовании гидроприводов в энергонасыщенной сельскохозяйственной технике.

Литература

1. Андренко П. Н. Направления развития объемного гидропривода / П. Н. Андренко, З. Я. Лурье // Промислова гідроліка і пневматика. - 2016. - №2. - С. 3-14. (Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/inhpn_2016_2_3).
2. DUPLOMATIC OLEODINAMICA. [Электронный ресурс] (Режим доступа: <https://www.duplomatic.com/assets/SchedeTecniche/GB/21120.pdf>)
3. Макаров Г.В. Уплотнительные устройства. [Текст] Г.В. Макаров / Л., «Машиностроение», 1973 – 232 с.
4. Кондрашов, Ю. И. Конструкция и проектирование агрегатов и систем [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Ю. И. Кондрашов; Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Самара, 2011.
5. ГОСТ 20245-74. Гидроаппаратура. Правила приемки и методы испытаний [Текст] – М.: Межгосударственный стандарт: Изд-во стандартов, 1991. – 12 с.

УДК 669.13.018

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЧУГУНА ВЧТГ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НОЖЕЙ РЕЖУЩИХ БАРАБАНОВ КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

П. С. Дробышевский, А. А. Новиков
ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь

Опыт работы предприятий СНГ и дальнего зарубежья показывает эффективность применения бейнитного чугуна с шаровидным графитом в качестве материала деталей машин различного назначения: зубчатых колес, шатунов, распределительных валов, поворотных цапф передней оси подвески, элементов трения-торможения. Применение такого чугуна обеспечивает экономию энергии, уменьшение припусков на мехобработку, снижение массы отливок на ~10 %, а также малое изменение размеров при термической обработке. Эксплуатационные характеристики такого чугуна не только не уступают, но и во многих случаях превосходят многие виды традиционных конструкционных материалов.

В 2011–2013 гг. в рамках Государственной программы научных исследований «Механика, техническая диагностика, металлургия» была разработана технология производства высокопрочного чугуна с шаровидным графитом марки ВЧТГ для тяжелонагруженных компонентов сельскохозяйственной техники (патент РБ 15617). Этот чугун имеет высокие механические свойства: предел прочности при растяжении ~ 900–1400 МПа; относительное удлинение при разрыве ~ 1,5–3,5 % (в отдельных испытаниях – 5 %); твердость до 54 HRC. Главная особенность полученного чугуна состоит в том, что его характеристики сопротивления усталости практически достигают таковых для высокопрочной легированной стали.

Система нож – прижим – болты – основание является одним из наиболее ответственных узлов режущего барабана комбайна КВК-800 производства ОАО «Гомсельмаш» (Рис. 1). В данной системе реализуется как контактное взаимодействие с трением ее компонентов, так и изгиб ножа вследствие резания зеленой массы.

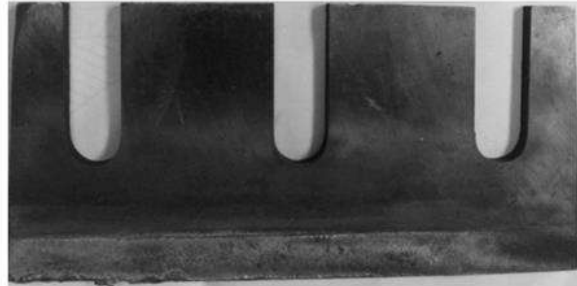
В рамках работ по замещению принято решение о замене импортных стальных ножей системы нож – прижим – болты – основание отечественными ножами, изготовленными из высокопрочного чугуна марки ВЧТГ.

В ходе авторского надзора за эксплуатационными испытаниями опытных партий ножей производилось измерение уменьшения ширины (износ + заточка) режущей кромки ножей из высокопрочного чугуна и стали в зависимости от наработки. Для проведения контрольных замеров была применена схема измерения в трех точках по поверхности ножа от его режущей кромки до опоры барабана с последующим осреднением полученных результатов. Испытания показали, что имеет место превышение стойкости чугунных ножей по сравнению со стальными импортными но-

жами: после 1000 т наработки чугунные ножи имеют в 2 раза меньший радиус затупления, чем стальные, при этом они обнаруживается и меньший разброс (рассеяние) результатов испытаний.



Режущий барабан комбайна КВК-800



Нож режущего барабана

Рис. 1 - Общий вид режуще-измельчающего аппарата кормоуборочного комбайна КВК-800 и ножа

Данные выводы также подтверждаются результатами анализа поврежденности ножей серийного производства по данным выборочного мониторинга сельхозпредприятий.

Проведены испытания ножей из чугуна ВЧТГ на белорусской машиноиспытательной станции (ГУ «Белорусская МИС»). Ножи были установлены на режуще-измельчающий аппарат кормоуборочного комбайна КВК-800. Испытания проводили в СПФ «Агрострой» Червенского района Минской области при скашивании травяной массы, кукурузы в фазе восковой спелости зерна с одновременным измельчением и погрузкой в транспортное средство. В заключении о результатах испытаний отмечено, в частности, что ножи из чугуна ВЧТГ по показателю надежности удовлетворяют требованиям СТБ 1616-2011 «Техника сельскохозяйственная. Показатели надежности» и годны для применения на кормоуборочной технике.

Таким образом, полученный высокопрочный чугун марки ВЧТГ является перспективным материалом для изготовления ножей для режущих барабанов кормоуборочных комбайнов. Вместе с тем этот материал можно рекомендовать и для других ответственных деталей комбайнов, например, противорежущего бруса, лопаток дробеструйных аппаратов, шестерен и других изделий. С внедрением высокопрочного чугуна ВЧТГ появляется реальная перспектива импортозамещения в производстве различных ответственных узлов и деталей сельскохозяйственной техники.

УДК 621.225.4

О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ НОРМИРОВАНИИ ТОЧНОСТИ ПРЕЦИЗИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Г.С.Кульгейко, М.П.Кульгейко

УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О.Сухого», Гомель, Беларусь

В современных технологиях размерной обработки осуществляется переход от размерной стандартизации к функциональному нормированию по выполнению изделием определенных функций в зависимости от точности функциональных параметров [1]. Для выполнения служебного назначения изделия в работоспособном состоянии определяют функциональные границы параметров, разность между которыми определяет функциональный допуск.

В функциональный допуск входят конструкторский допуск, учитывающий погрешности изготовления деталей, соединения и изделия в целом, и эксплуатационный допуск, который характеризует запас точности, обеспечивающий сохранение требуемых функциональных свойств изделия в процессе эксплуатации. Нормирование точности проводится по величине функционального допуска с последующим распределением его от верхнего уровня (изделие) до конечной детали нижнего уровня.

В данной работе анализируется функциональный аспект точности прецизионных соединений на примере поршневой пары аксиально-поршневых гидромашин.

На рисунке 1 представлена схема расположения допусков поршневой пары аксиально-поршневой гидромашин. Функциональный допуск каждого элемента пары равен сумме конструкторского T_k и эксплуатационного $T_э$ допусков

$$T_{\phi} = T_k + T_э = T_k + T_t + T_p \quad (1)$$

где T_t - допуск температурной деформации элемента; T_p - допуск на деформацию элемента в результате перепада давления.

Соответственно, функциональный радиальный зазор в поршневой паре аксиально-поршневой гидромашин с учетом изменения давления и температуры можно определить по формуле:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \Delta\varepsilon_t + \Delta\varepsilon_p, \quad (2)$$

где ε_0 - конструктивный зазор исходя из конструкторской точности сопряжения; $\Delta\varepsilon_t$ и $\Delta\varepsilon_p$ - изменение зазора в зависимости от температуры и давления рабочей жидкости, соответственно.

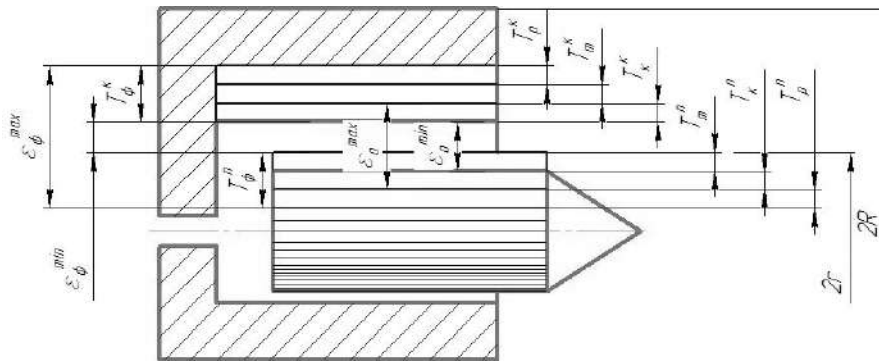


Рис.1 - Схема расположения допусков поршневой пары аксиально-поршневой гидромашины

На основе канонической формулы [2] получим выражение для определения утечки жидкости через зазор между поршнем и цилиндром:

$$Q = \frac{\pi \Delta p \varepsilon^3 d}{12 \mu l}. \quad (3)$$

В соответствии с теоретическими положениями [3], определив частные производные от выражения (3) по функциональным геометрическим параметрам, получим зависимость для определения функционального допуска δQ . Далее, используя выражения для частных производных, фиксируя последовательно допуски частных значений параметров на нулевом уровне, получим зависимости для определения допусков на основные параметры поршневой пары:

$$\delta d = \frac{12 \mu l \delta Q}{\pi \Delta p \varepsilon^3}, \quad \delta \varepsilon = \frac{4 \mu l \delta Q}{\pi \Delta p \varepsilon^2 d}, \quad \delta l = -\frac{12 \mu l^2 \delta Q}{\pi \Delta p \varepsilon^3 d}. \quad (4)$$

Таким образом, применение принципов функционального нормирования точности при проектировании и изготовлении основных элементов поршневой пары позволит обоснованно подойти к назначению допусков на основные геометрические параметры, оценить правильность назначения допусков, выявить технологические возможности взаимозаменяемости и повышения стабильности работы соединения.

Литература

1. Высокие технологии размерной обработки в машиностроении / А.Д.Никифоров [и др.]. – М.: Высш. шк., 2007. – 327с.
2. Шейпак, А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Ч.1. Основы механики, жидкости и газа / А.А.Шейпак. - М.: МГИУ, 2005. - 192с.
3. Жуков, В.К. Теория погрешностей технических измерений / В.К.Жуков. - Томск: ТПУ, 2009. - 180с.

КОМПЛЕКТОВАНИЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ АГРЕГАТОВ

А.Г. Вабищевич, И.Н. Жукович, Е.Н. Курак

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
Минск, Беларусь

В системе профессиональной подготовки инженера любого профиля важное место занимает графическая подготовка, во многом определяющая уровень инженерно-технического образования специалиста.

Ниже приведены схемы агрегатов для личных подсобных хозяйств, составленные из малогабаритной техники на базе универсальной сцепки к мини-трактору класса 3кН, выполненные студентами университета с использованием графического редактора КОМПАС-3Д.

Комплекс машин включает модули: культиватора для сплошной и междурядной обработки почвы, бороны, картофелесажалки, комбинированного почвообрабатывающего агрегата с внесением удобрений.

Агрегат для сплошной обработки почвы (Рис.1) выполнен на базе рабочей секции широкозахватного парового культиватора.

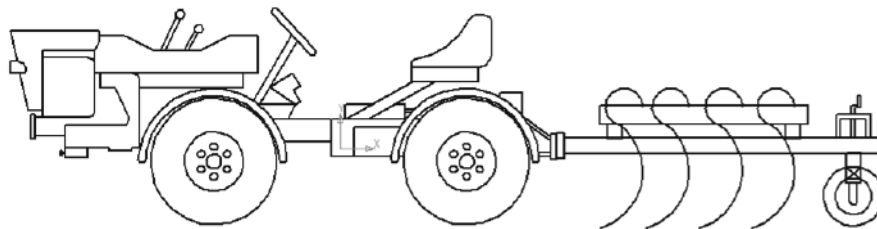


Рис. 1 - Схема мини-трактора с культиватором для сплошной обработки почвы

На агрегатах для междурядной обработки почвы (Рис. 2) установлены соответственно стрельчатые плоскорежущие лапы (или окучники), используемые в промышленных образцах машин.

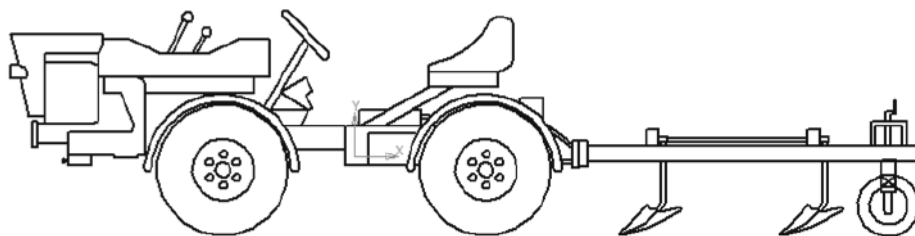


Рис. 2 - Схема мини-трактора с культиватором для междурядной обработки почвы

В агрегат для боронования (Рис. 3) входят бороны, навешиваемые на универсальную навесную сцепку.

Разработан и экспериментальный образец модуля картофелесажалки (Рис. 4) с роторным высаживающим аппаратом, который позволяет

комплектовать агрегаты для 1, 2-х рядковых гребневых посадок картофеля.

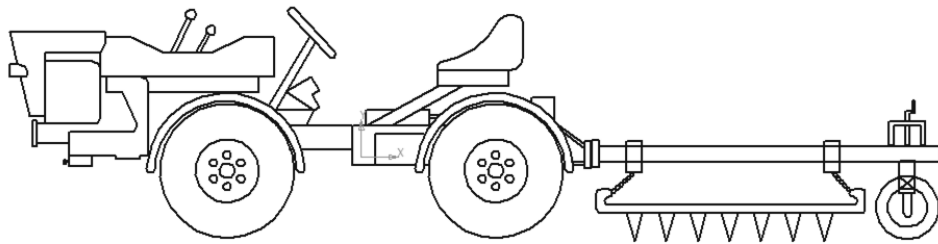


Рис. 3 - Схема мини-трактора с бороной

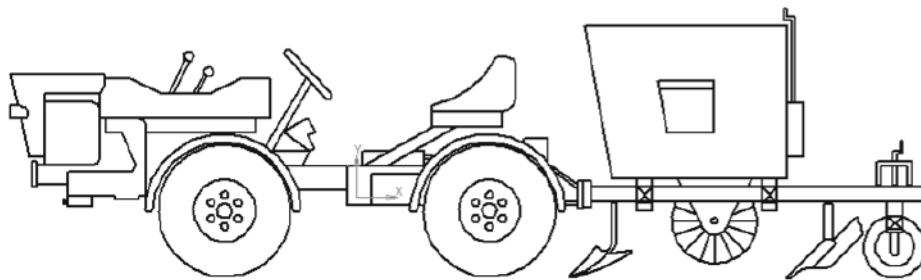


Рис. 4 - Схема мини-трактора с роторной картофелесажалкой

Комбинированный агрегат для предпосевной обработки почвы с внесением минеральных удобрений (Рис. 5) имеет рыхлительные секции прикатывающий опорно-приводной каток, туковысевающий аппарат.

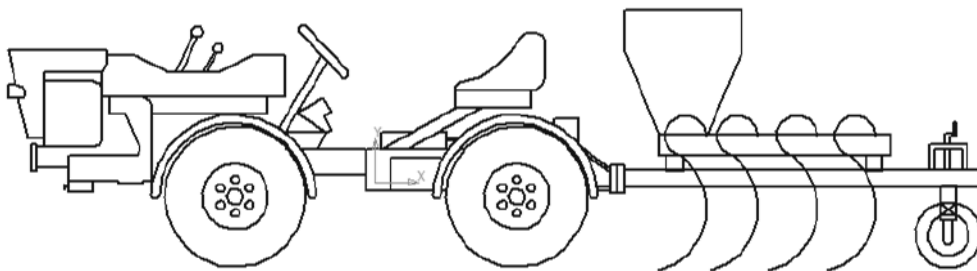


Рис. 5 - Схема мини-трактора с агрегатом для предпосевной обработки почвы и внесения удобрений

Комплект малогабаритных машин на базе универсальной сцепки предназначен для выполнения различных технологических операций по возделыванию сельскохозяйственных культур в подсобных хозяйствах.

В ходе творческой работы по созданию технологических схем агрегатов студенты приобретают знания и умения практического решения инженерных задач графическими методами, формируют навыки создания конструкторской документации, что становится важным условием качественного обучения и подготовки будущих специалистов.

УДК 631.331.027.525

УЛУЧШЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ СЕЯЛКИ С ПНЕВМАТИЧЕСКИМ ВЫСЕВАЮЩИМ АППАРАТОМ

А.Н. Смирнов¹, П.В. Авраменко¹, А.Г. Вабищевич¹, В.Б. Попов²

¹ УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
Минск, Беларусь

² УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

Урожайность сельскохозяйственных культур во многом зависит от площади питания для каждого растения, величина, которой определяется степенью неравномерности распределения семян по засеваемой площади поля. В настоящее время для посева применяются высокопроизводительные широкозахватные машины с пневматическими системами высева централизованного или группового дозирования посевного материала. Распределение и подача посевного материала для каждого рядка осуществляется специальными устройствами, качественный показатель работы которых (неравномерность) во многом зависит от их конструктивного исполнения.

Все сеялки, особенно широкозахватные, имеют недостаток, существенно влияющий на неравномерность распределения семян по сошникам по причине того, что длина семяпроводов от делительных головок к сошникам может отличаться между собой до 2 - 2,5 раз, а также они могут иметь разные углы и число поворотов. Это создает различное аэродинамическое сопротивление в самих семяпроводах, а значит различные скорости и расход материало-воздушной смеси. Следовательно, даже в случае идеального распределения материало-воздушной смеси по сечению на входе в каждый семяпровод, к чему необходимо стремиться, на выходе из него расход семян за один и тот же временной интервал (неравномерность распределения по сошникам) по этой причине все равно будет разным. Это явление носит закономерный характер.

Для снижения неравномерности распределения посевного материала различных культур по сошникам и уменьшение его травмирования предложена конструкция делительной головки, обеспечивающая тщательное перемешивание, одинаковую концентрацию материало-воздушной смеси перед входом в каждый канал распределителя и далее ее равный расход по каждому семяпроводу, что обеспечивает снижение неравномерности распределения посевного материала различных культур по сошникам и уменьшение травмирования [1].

Данное изобретение позволяет улучшить равномерность распределения посевного материала по сошникам в соответствии с агротребованиями и обеспечивает возможность ее корректирования (настройки) при высева различных культур в сеялках с пневматическим высевающим аппара-

том и централизованным дозированием, а также уменьшить травмирование семян, что повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Сеялка с пневматическим высевальным аппаратом: евразийский патент № 029183 В1, Int. Cl. A01C7/04(2006.01), A01C7/08(2006.01)/Н.Д.Лепешкин, А.Н.Смирнов, Н.Ф.Сологуб, С.В.Савчук; заявитель РУП “НПЦ НАН РБ по механизации сельского хозяйства”. - №201400909; заявл. 11.06.2014; опубл. 28.02.2018//Бюллетень Евразийского патентного ведомства “Изобретения (евразийские заявки и патенты)” №2/2018 год.

УДК 631.354.2.076

АНАЛИЗ НАГРУЖЕННОСТИ БАЛКИ УПРАВЛЯЕМОГО МОСТА УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭНЕРГОСРЕДСТВА УЭС-2-250А

П.Е. Родзевич

УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

Анализ конструкций балок управляемых мостов различных тракторов и энергосредств показывает, что они выполняются в основном в виде труб круглого и прямоугольного сечения. Балка моста управляемых колес универсального энергосредства УЭС-2-250А выполнена в виде трубы прямоугольного поперечного сечения, к которой для придания большей жесткости приварена косынка.

Балка моста работает в условиях косоугольного изгиба. В вертикальной плоскости на балку действуют распределенная нагрузка интенсивностью q , соответствующая весу балки и сила реакции дороги F_1 , которая соответствует весу энергосредства, приходящегося на одно колесо без учета веса последнего. В горизонтальной плоскости – сила сопротивления перемещению F_2 . Изгибающие моменты M_1 , M_2 от сил F_1 и F_2 , действующие на кронштейн поворотного кулака, приведены в точку А.

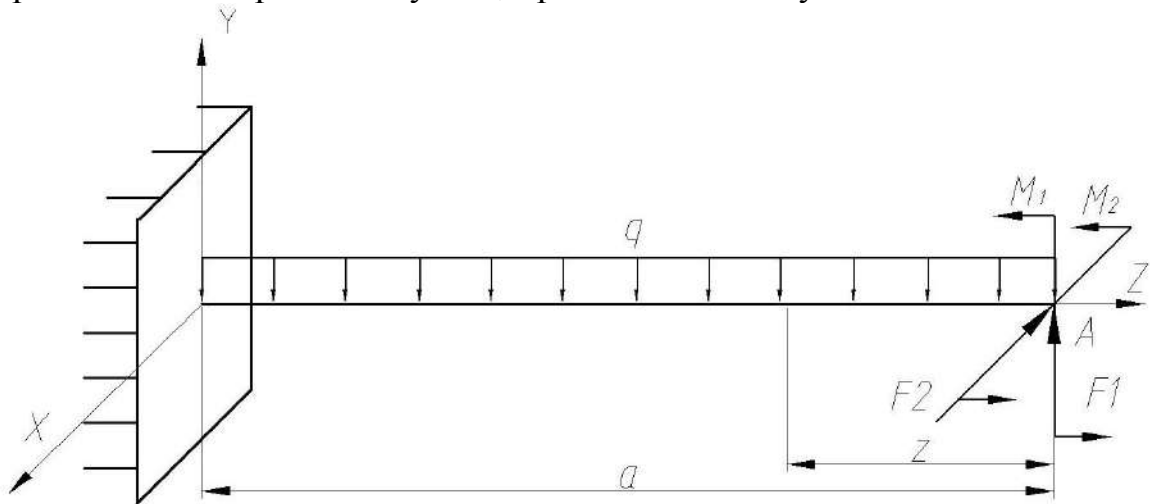


Рис. 1 - Расчетная схема

Нормальное напряжение при косоугольном изгибе имеет вид:

$$\sigma_{\max} = \left(\frac{M_x(z) \cdot Y_{\max}(z)}{I_x(z)} \right) + \left(\frac{M_y(z) \cdot X_{\max}(z)}{I_y(z)} \right).$$

Расчеты проводятся для случая статического нагружения, а также при движении энергосредства полной массы с разными коэффициентами динамичности, определяемыми по формуле:

$$k_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_{cm}}},$$

где: H – глубина препятствия, м;

$\delta_{ст}$ – статическое перемещение точки удара (точка А), м.

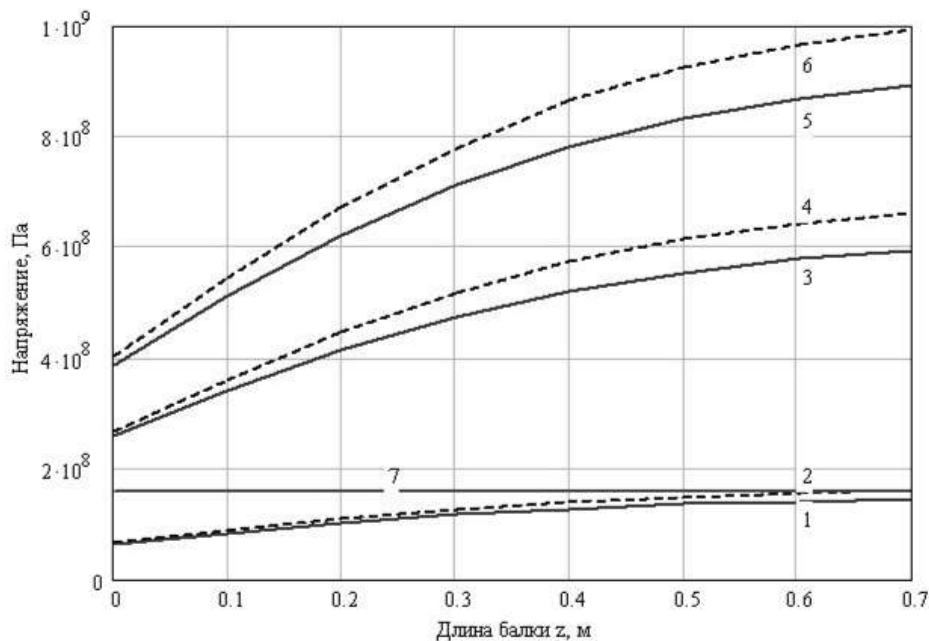
Для определения коэффициента динамичности находится перемещение точки А в вертикальной и горизонтальной плоскостях с помощью интеграла Мора:

$$\delta = \int_0^l \frac{M_F(z) \cdot \bar{M}(z) \cdot dz}{E \cdot I(z)},$$

где E – модуль продольной упругости первого рода, Па;

$I(z)$ – осевой момент инерции сечения, м⁴.

Результаты расчетов представлены на рисунке 2.



- 1 – напряжение растяжения при $H=0$; 2 – напряжение сжатия при $H=0$;
 3 – напряжение растяжения при $H=0,02$ м; 4 – напряжение сжатия при $H=0,02$ м;
 5 – напряжение растяжения при $H=0,05$ м; 6 – напряжение сжатия при $H=0,05$ м;
 7 – допускаемое напряжение $\sigma_{дон} = 160$ МПа.

Рис. 2 - График изменения напряжений в балке моста

Статические напряжения, возникающие в балке моста, не превышают допускаемого напряжения 160 МПа. При изменении коэффициента динамичности от минимального значения 2 динамические напряжения будут увеличиваться. При глубине препятствия 5 см максимальное напряжение сжатия составляет 993 МПа, а растяжения – 891 МПа, что может негативно сказаться на прочности конструкции самой балки.

УДК 631.3:621.9

МЕТОДИКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РЕЖИМА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ОДНОСТУПЕНЧАТЫМ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ НАСОСОМ

И.И. Суторьма

УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

Анализ литературных данных показывает, что в последнее время в технике наметилась тенденция использования насосов высокого давления. Вместе с тем, потребность в реализации режимов нормального давления остается актуальной.

Результаты исследований, изложенные в работах [1,2], дают основания полагать, что современные мобильные машины, на базе которых функционируют насосные установки, имеют существенный резерв мощности, по сравнению с требуемой для обеспечения заданных напора и расхода ступенью нормального давления. Это, в свою очередь, дает возможность реализовать два режима работы с использованием одной единственной ступени.

Целью настоящей работы является разработка методики проведения расчетов по установлению общих значений геометрических размеров рабочей полости и рабочего колеса насоса при реализации различных режимов работы на основе обобщения существующих практических методов расчета, приспособленной для многократной реализации в цикле при использовании персонального компьютера и математического пакета прикладных программ «MathCAD».

В предлагаемой методике коэффициент быстроходности n_s может быть определен по формуле:

$$n_s = 3,65 \frac{n \sqrt{Q}}{H^{3/4}}, \quad (1)$$

где n – частота вращения вала рабочего колеса; Q – подача насоса; H – напор насоса.

Общий КПД насоса:

$$\eta = \eta_{\text{мех}} \eta_o \eta_{\text{г}}, \quad (2)$$

где $\eta_{\text{мех}}$, η_o , $\eta_{\text{г}}$ – КПД, учитывающие механические, объемные и гидравлические потери в насосе соответственно.

Приведенный диаметр живого сечения на входе:

$$d_{\text{н1}} = K_{\text{вх}} \sqrt[3]{Q/n}, \quad (3)$$

где $K_{\text{вх}}$ – коэффициент входа.

Мощность насоса и момент, приложенный к валу рабочего колеса:

$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta} \quad (4)$$

$$M = \frac{30 P}{\pi n} \quad (5)$$

Диаметр ступицы рабочего колеса:

$$d_s = (1,2 \dots 1,25) \sqrt[3]{\frac{M}{0,2[\tau]}}, \quad (6)$$

где $[\tau]$ – допустимый предел прочности материала вала.

Входной диаметр рабочего колеса:

$$d_1 = (0,8 \dots 1,1) \cdot \sqrt{d_{n1}^2 + d_s^2} \quad (7)$$

Окружную скорость потока жидкости на входе в рабочее колесо:

$$u_1 = \pi d_1 n \quad (8)$$

Абсолютная скорость потока жидкости на входе в рабочее колесо:

$$v_1 = \frac{4Q}{\pi(d_o^2 - d_s^2)\psi_1}, \quad (9)$$

где ψ_1 – коэффициент стеснения потока на входе в насос.

Угол наклона лопасти на входе в рабочее колесо:

$$\beta_{\pi 1} = \alpha + (\arctg \frac{v_1}{u_1} = \arctg \frac{4Q}{\pi(d_o^2 - d_s^2)\psi_1 u_1}), \quad (10)$$

где α - угол атаки потока жидкости на лопасти.

Ширина межлопастного канала на входе в рабочее колесо:

$$b_1 = (1 \dots 1,25) \frac{d_o}{4} \left(1 - \frac{d_s^2}{d_o^2} \right) \quad (11)$$

Окружная скорость потока на выходе из рабочего колеса:

$$u_2 = \frac{v_1 \operatorname{ctg} \beta_{\pi 2}}{2} + \sqrt{\left(\frac{v_1 \operatorname{ctg} \beta_{\pi 2}}{2} \right)^2 + g \frac{H}{\mu \eta_s}}, \quad (12)$$

где μ – вязкость жидкости; $\beta_{\pi 2}$ – угол лопасти на выходе из рабочего колеса.

Выходной диаметр рабочего колеса:

$$d_2 = u_2 / (\pi n) \quad (13)$$

Ширина межлопастного канала на выходе:

$$b_2 = \frac{Q}{\pi d_2 v_1 \psi_2 \eta_o} \quad (14)$$

где ψ_2 – коэффициент стеснения потока на выходе из насоса.

Число лопастей рабочего колеса:

$$z = 6,5 \frac{\frac{d_2}{d_1} + 1}{\frac{d_2}{d_1} - 1} \sin \frac{\beta_{\pi 1} + \beta_{\pi 2}}{2} \quad (15)$$

На основании представленной математической модели был осуществлен расчет насоса ПН-40 таким образом, что все его геометрические размеры соответствовали реальным, а коэффициенты в представленной математической модели удовлетворяли номинальным значениям рабочих параметров: $n = 2700$ мин-1; $h = 100$ м; $Q = 40$ л/с.

Литература

1. Суторьма И.И., Лифанов А.В., Скидан Д.М. Численный эксперимент при исследовании центробежных пожарных насосов. Чрезвычайные ситуации: образование и наука. - №2(2), 2007г. Гомель: ГИИ МЧС Республики Беларусь, с.18-27.
2. Суторьма И.И., Лифанов А.В. Адаптация численного метода решения к математической модели центробежного пожарного насоса. Чрезвычайные ситуации: образование и наука. - №1(3), 2008г. Гомель: ГИИ МЧС Республики Беларусь, с.90-96.

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ ПОДЪЕМА И ПОВОРОТА ТРАВЕРСЫ ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА

В.Б. Попов¹, П.В. Авраменко²

¹ УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

² УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Беларусь

Известно, что большинство фронтальных погрузчиков имеет аналогичную компоновку механизмов агрегатирования с рабочим орудием (машиной). Модернизация и проектирование механизмов подъема стрелы (МПС) и поворота траверсы (МПТ) для сельскохозяйственных и строительно-дорожных агрегатов выполняется автоматизировано с опорой на функциональное моделирование их рабочих процессов (Рис.1).

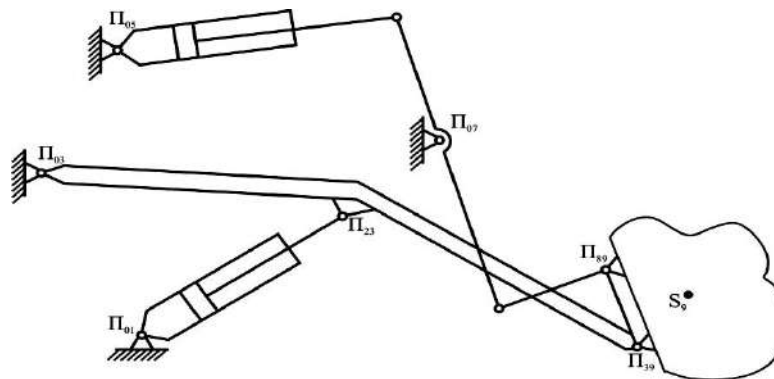


Рис. 1 - Схема механизмов подъема стрелы и поворота траверсы фронтального погрузчика

Упомянутые механизмы представляют основные компоненты подъемно-навесного устройства (ПНУ) погрузчика, а их структура и параметры определяют характер взаимодействия фронтального погрузчика с монтируемым на траверсе МПТ рабочим орудием. Другой структурный компонент ПНУ - силовые гидроцилиндры, входящие в состав гидроприводов, приводят в движение, расположенные симметрично относительно продольной плоскости симметрии погрузчика, МПС и МПТ.

Постановка задачи анализа свойств механизмов ПНУ, рассмотренная в работе [1], это основной компонент в постановке задачи параметрической оптимизации МПС и МПТ, представляемый в виде соответствующих функциональных математических моделей (ФММ).

Выбор параметров механизмов ПНУ выполняется с учетом их структуры и руководствуясь соображениями взаимосвязи в компоновке МПС и МПТ.

Передаточное число [2] – это главный выходной параметр и критерий оптимальности механизма, зависящий только от сочетания его внутренних параметров, который для, например, МПС аналитически определяется по выражению:

$$I_{09}(S) = \varphi'_3(S) \cdot L_{39} \cdot \cos(\varphi_{39}(S))$$

где $\varphi'_3(S)$ – аналог угловой скорости стрелы; $I_{09}(S)$ – аналог вертикальной скорости (ПЧ) оси подвеса стрелы; S – обобщенная координата МПС.

L_{39} – расстояние от центра неподвижного шарнира Π_{03} до оси подвеса.

Параметрическая оптимизация четырехзвенного МПС и шестизвенного МПТ выполняется последовательно и методически идентично. Её цель – определения комбинации управляемых внутренних параметров механизма, обеспечивающих снижение средних значений целевой функции – передаточного числа МПС и МПТ при одновременном выполнении условий их работоспособности.

Условия работоспособности (функциональные ограничения) представляют собой формализованные выражения для требований к соответствующему механизму и задаются системой неравенств:

$$\begin{cases} S < l_3 + \sqrt{(Y_{03} - Y_{01})^2 + (X_{03} - X_{01})^2} \\ \Delta Y_M = Y_{09}(S^{\max}) - Y_{09}(S_p) \geq \Delta Y_M^{\text{don}} \\ \Delta \varphi_9^{\max} = \varphi_9(S^{\max}) - \varphi_9(S_p) \leq \varphi_9^{\text{don}} \end{cases}$$

где, $\Delta Y_M(S)$ – изменение вертикального положения оси подвеса; $\Delta \varphi_9^{\max}$ – изменение угла поворота траверсы; $Y_{01}, X_{01}, Y_{03}, X_{03}$ – координаты крепления звеньев МПС на раме погрузчика.

В условиях автоматизированного проектирования погрузчиков процедура оптимизационного параметрического синтеза МПС и МПТ формируется на базе ФММ анализа свойств механизмов, прямых и функциональных ограничений, целевой функции и метода оптимизации, осуществляющего стратегию поиска экстремума.

В каждой из точек пространства управляемых параметров [3] последовательно вычисляются значения частных критериев, а также проверяются функциональные ограничения. В случае невыполнения хотя бы одного из функциональных ограничений данная точка отмечается как неактивная и в поиске окончательного решения не участвует.

Литература

1. Попов, В. Б. Математическое моделирование функционирования механизмов подъема и поворота траверсы фронтального погрузчика / В. Б. Попов, П.В. Авраменко // конференция “инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра” НТЦК, 2017, с 104-105.

2. Попов В.Б. Аналитические выражения кинематических передаточных функций механизмов навески энергоносителей // Вестник ГГТУ им.П.О. Сухого 2000, №2, С. 25 - 29.

3. Соболев, И.М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями: учеб. Пособие для ВУЗов / И.М. Соболев, Р.Б. Статников – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2006. – 175 с.

УДК 621.785.5

СВОЙСТВА И СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СТАЛЕЙ 16MnCrS5 и 18ХГТ

И.Н.Степанкин, С.Ю.Василькова, Е.А.Парецкая, Е.П.Поздняков, А.В.Радионон
УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

Использование цементуемых сталей для деталей с износостойкой поверхностью и вязкой сердцевиной является общепринятым подходом при изготовлении шестерен, валов, роликов и других деталей, поверхность которых испытывает воздействие пульсирующих контактных напряжений. Упрочнение поверхностного слоя цементацией формирует заэвтектоидный модифицированный слой с высоким содержанием карбидной фазы. Такая структура по определению повышает износоустойчивость поверхности в условиях трения скольжения. Однако успешная эксплуатация перечисленных выше деталей, зачастую требует удовлетворительного сопротивления контактной усталости, что сопряжено с получением заданного градиента свойств по сечению материала - достижения необходимой твердости поверхности и сердцевины.

В настоящее время, наряду с широко используемыми сталями 18ХГТ, 12ХН3А, 20ХГНМБ и др., происходит внедрение таких сплавов как 16MnCrS5 и их аналогов, применяемых в производстве деталей машин зарубежными, в первую очередь западноевропейскими производителями.

Объекты и методики исследований. Объектами исследований являлись науглероженные слои сталей 16MnCrS5 и 18ХГТ. Цементацию проводили при температуре 920°C в течении 8-ми и 12-ти часов в среде древесного угля модифицированного углекислыми барием. После химико-термической обработки (ХТО) проводили закалку в масле с температуры 860°C и отпуск при температурах 200°C и 400°C в течении 1 часа. Обработку осуществляли на одних и тех же образцах, т.е. для проведения среднего отпуска использовали образцы, предварительно отпущенные при температуре 200°C. Для анализа структуры одну из поверхностей кубических образцов размерами 20×20 мм шлифовали и полировали, травили в 3...5 %-м спиртовом растворе азотной кислоты. Металлографические исследования проводили на оптическом микроскопе Метам РВ22. Послойную оценку изменения строения поверхностного слоя и его твердости проводили последовательным механическим удалением с исследуемой поверхности образца слоя материала толщиной порядка 0,1...0,2 мм. Обнаженную для исследований внутреннюю поверхность металла полировали и подвергали дюрометрическим испытаниям на прессе Роквелла ТК-2М при нагрузке 1471 Н. Общее количество исследованных слоев определяли по результату дюрометрических испытаний, отражающих достижение минимальной твердости не менее чем на трех последовательно исследованных внутрен-

них слоях. Их признавали сердцевинной образца, не затронутой химико-термической обработкой.

Оценка прогнозируемого значения величины предела контактной выносливости упрочненного слоя (σ_{Hlim}), которую можно провести в соответствии с ГОСТ 21354-87 [1], предполагает использование следующей эмпирической зависимости:

$$\sigma_{Hlim} = 23 \cdot HRC_{\Sigma} \quad (1)$$

Она применяется в случае получения твердости упрочненного слоя выше 56HRC_Σ. Указанный нормативный документ допускает оценку предела контактной выносливости упрочненных слоев с твердостью ниже 50HRC_Σ. Тогда для деталей с градиентом твердости по сечению, сформированным посредством поверхностной закалки, применяется следующая зависимость:

$$\sigma_{Hlim} = 17 \cdot HRC_{\Sigma} + 200 \quad (2)$$

Отмеченные особенности позволяют произвести предварительную оценку предела контактной выносливости низкоуглеродистых низколегированных сталей 16MnCrS5 и 18ХГТ подвергнутых после цементации закалке и отпуску при температурах 200°C и 400°C. Результаты расчета, проведенного в соответствии с зависимостями распределения твердости по сечению указанных материалов приведены в таблице.

Табл.1 – Результаты расчета предела контактной выносливости σ_{Hlim} в соответствии с рекомендациями ГОСТ21354-87

Марка стали	Предел контактной выносливости, МПа			
	Длительность ХТО - 8 часов		Длительность ХТО – 12 часов	
	З. 860°C + О. 200 °C	З. 860°C + О. 400 °C	З. 860°C + О. 200 °C	З. 860°C + О. 400 °C
16MnCrS5	1495	1265* 1135**	1495	1242* 1118**
18ХГТ	1380	1196* 1084**	1472	1219* 1101**

* Результат рассчитан по зависимости (1)

** Результат рассчитан по зависимости (2).

Сравнение полученных данных показывает, что прогнозируемые показатели контактной выносливости обоих материалов в случае применения науглероживания дают основание рассматривать их идентичными сплавами. Структура поверхностных слоев обоих материалов имеет практически идентичную морфологию

Литература

- ГОСТ 21354-87. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления.

УДК 621.317: 629.023

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Л.А. Захаренко, Ю.В. Крышнев, В.Б. Попов
УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

Информационно-измерительная система предназначена для тензометрирования несущих конструкций при всех режимах работы и для проведения различных видов испытаний сельскохозяйственных машин, в том числе, например, для тепловых, для энергетической оценки, испытаний на надежность, безопасность и т.п.

Предлагаемая функциональная схема информационно-измерительной системы для проведения тепловых испытаний и тензометрирования представлена на рисунке 1.

В качестве управляющего элемента планируется использование программируемого логического контроллера или системы сбора данных. Сигналы с датчиков поступают на контроллер, где происходит их первичная обработка и последующая передача обработанных данных на ПК.

Модули расширения современных контроллеров позволяют подключать датчики с различными выходными сигналами:

- токовый выход 4-20мА;
- выход по напряжению 0-10В;
- тензодатчики (тензорезисторы по мостовой схеме включения);
- датчики с CAN-выходом;
- различные типы термодатчиков;

Количество входов контроллера определяется количеством используемых датчиков плюс некоторый запас на дальнейшее развитие. Возможные интерфейсы связи контроллеров с ПК:

- Ethernet 10BASE-T/100BASE-TX;
- RS422/RS485;
- Беспроводная передача данных на базе стандарта IEEE 802.11.

Программное обеспечение ПК будет осуществлять прием данных от ПЛК для архивирования и просмотра. Будут предусмотрены следующие основные функции:

- 1) Возможность изменения набора измеряемых величин при отображении на диспетчерском пульте.
- 2) Просмотр измеренных данных в виде таблицы или графиков.
- 3) Возможность задания на диспетчерском пульте для каждого измеряемого параметра диапазона нормальных и критических значений.
- 4) В случае выхода измеряемого параметра за диапазон нормальных значений будет включаться звуковая сигнализация, а в случае выхода из-

меряемого параметра за диапазон критических значений будет произведена остановка работы стенда.

5) Формирование протокола испытаний.

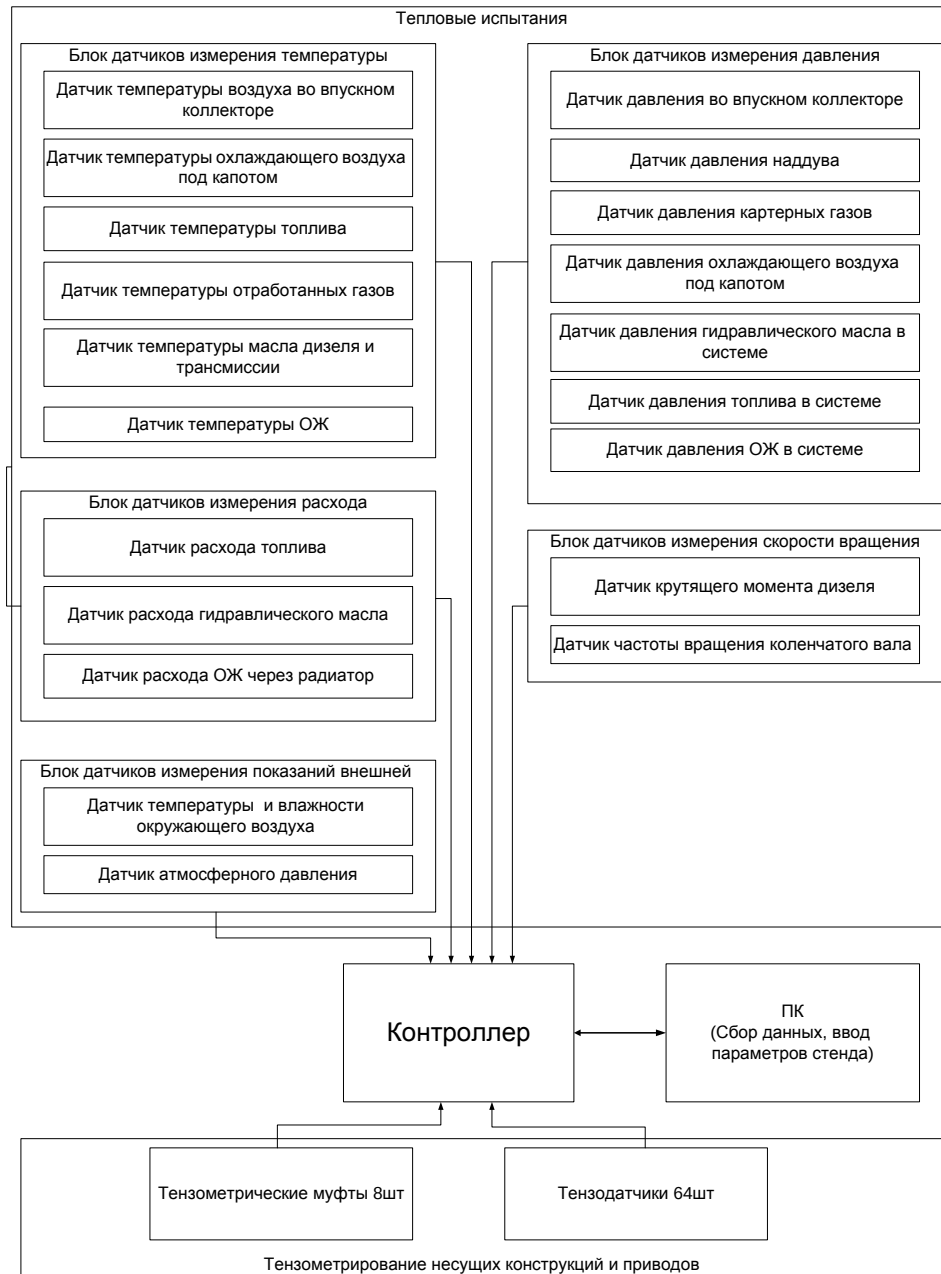


Рис. 1 - Функциональная схема информационно-измерительной системы

В целях уменьшения количества проводных линий предусмотрена организация беспроводных каналов связи между датчиками и контроллером, а также между контроллером и устройством сбора, обработки и визуализации информации.

КОМПЛЕКСНЫЕ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ СТЕНДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

В.В. Тодарев, В.А. Савельев, В.Б. Попов, М.Н. Погуляев
УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

Традиционно аграрный сектор занимает особое положение в экономике Республики Беларусь. Постепенно данная отрасль становится все более технологичной и наукоемкой. Применение инновационных подходов и технологий в процессе проектирования и производства сельскохозяйственной техники, в свою очередь, требует современного оборудования для проведения всесторонних испытаний и диагностики данной техники на всех этапах ее жизненного цикла.

В условиях конкурентной борьбы за рынки сбыта особое значение приобретает время, которое проходит образец сельскохозяйственной техники от начала его проектирования до серийного выпуска. Существенно сократить это время позволяют стендовые заводские испытания, как отдельных систем, так и всей единицы сельскохозяйственной техники.

В связи с этим, одним из направлений развития комплексных испытательных стендов является возможность воспроизведения натуральных условий работы сельскохозяйственной техники в заводских лабораториях и цехах. В первую очередь, речь идет о воспроизведении реальных нагрузочных воздействий на механизмы, агрегаты и системы в процессе их эксплуатации. Ведь по сути, каким бы сложным не было такое воздействие, его можно разложить на составляющие его элементарные или типовые воздействия. А «научив» систему управления испытательным стендом воспроизводить элементарные воздействия несложно комбинируя их получать нагрузку с заданными параметрами, позволяющую выполнять испытания не только в статических, но и в динамических режимах, максимально приближая условия испытаний к естественным условиям эксплуатации.

Таким образом, сельскохозяйственная техника должна проходить испытания на специальных испытательных стендах и оборудовании в режимах холодной и горячей обкатки, при изменении нагрузок на агрегаты и системы от холостого хода до предельных и запредельных значений, где определяются показатели мощности, расхода топлива, крутящего момента, тяговых усилий, работоспособность гидросистемы, давление в системе смазки, температура охлаждающей жидкости и т.д. Без этих показателей нельзя получить достоверную оценку работы агрегата в целом.

Как аксиому можно воспринимать тот факт, что современные испытательные стенды являются энергосберегающими, то есть в них в той или иной мере вторично используется затраченная в процессе испытаний энергия за вычетом потерь в элементах стенда. Коэффициент полезного дей-

ствия электромеханических энергосберегающих стендов может достигать 85%.

Комплексный испытательный стенд должен быть оснащен современной автоматизированной системой управления, что позволит вести испытания в автоматическом режиме, отображать в режиме реального времени различные параметры: нагрузку, линейную скорость, пройденный путь и другие показатели. Система управления также должна осуществлять автоматическое аварийное отключение стенда в случае отклонения от нормы параметров обкатки и испытаний и при возникновении аварийных ситуаций при работе стенда.

Сегодня сегмент испытательных стендов представлен универсальными стендами серий КС276 для испытания двигателей внутреннего сгорания (ДВС), КСАТ для испытания ДВС автомобилей, тракторов и комбайнов, КС-02...03 для испытания коробок передач и раздаточных коробок и рядом других. Однако, во всех описанных примерах испытаниям подвергаются отдельно взятые системы, а не вся единица сельскохозяйственной техники.

Литература

1. Погуляев М.Н. Электромеханические стенды для испытаний элементов сельхозтехники / М.Н. Погуляев, В.А. Савельев, И.В. Дорошенко // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра. Сборник тезисов докладов МНПК – Гомель: научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш», 2017. С.100–101.

2. Савельев В.А. Нагрузочные устройства испытательных стендов / В.А. Савельев, В.Б. Попов, В.В. Тодарев // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра. Сборник тезисов докладов МНПК – Гомель: научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш», 2017. С.102–103.

УДК 62-83-52

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

В.В. Тодарев, М.Н. Погуляев, В.А. Савельев, В.Б. Попов
УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

Электрооборудование современных сельскохозяйственных машин включает большое количество различных элементов. Это – источники бортового питания, контрольно-измерительные приборы, освещение, бортовой компьютер, кондиционер и др. Одним из главных элементов электрооборудования является электрогенератор, обеспечивающий одновременно питание всех потребителей и подзарядку аккумуляторной батареи. От бесперебойности его работы зависит надежность работы машины в целом. По этой причине необходимо тщательно контролировать работу и состояние генератора. Диагностику состояния генератора обычно производят на специальных контрольно-испытательных стендах, позволяющих производить проверку агрегата на холостом ходу и под нагрузкой. Основной недостаток существующих испытательных стендов – низкая энергоэффективность. Электрическая энергия, вырабатываемая в процессе испытаний, выделяется и рассеивается на нагрузочном резисторе. Для повышения экономичности стендов целесообразно получаемую электрическую энергию рекуперировать в сеть.

Специалистами кафедры «Автоматизированный электропривод» ГГТУ имени П.О. Сухого разработано энергосберегающее устройство нагружения синхронных генераторов и двигателей постоянного тока, позволяющее производить также и испытания бортовых электрогенераторов. Функциональная схема устройства представлена на рисунке 1.

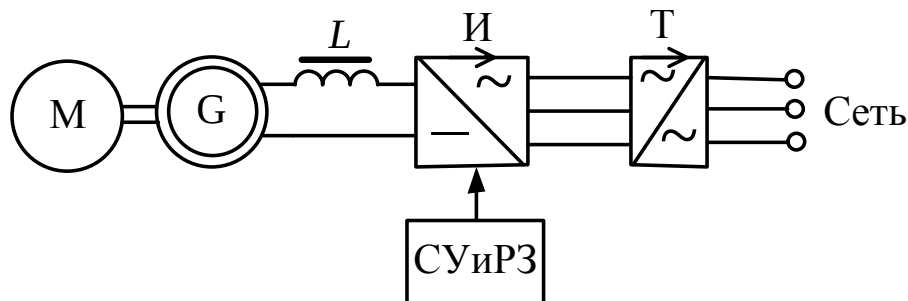


Рис. 1 - Функциональная схема устройства нагружения

Устройство содержит следующие основные блоки: М – приводной двигатель; G – испытуемый генератор; И – инвертор; L – сглаживающий реактор; Т – согласующий трансформатор; СУиРЗ – система управления, регулирования и защиты.

Инвертор преобразует постоянное напряжение генератора в переменное с частотой равной частоте сети, а с помощью трансформатора про-

изводится согласование уровней выходного напряжения инвертора и напряжения сети. Величина тока нагрузки регулируется путем изменения угла опережения – для тиристорного инвертора или скважности – для транзисторного инвертора. Оснащение устройства современной микропроцессорной системой управления позволяет вести испытания в автоматическом режиме, отображать в режиме реального времени различные параметры, отключать стенд при возникновении аварийных ситуаций.

Данное устройство позволяет:

- создавать нагрузку, соответствующую реальной по величине и характеру как в статических, так и динамических режимах;
- обеспечивать стабильный уровень нагрузки или изменять его по заданной программе;
- рекуперировать в сеть, за вычетом обязательных потерь, энергию, затраченную в процессе испытаний. Коэффициент полезного действия при этом может достигать 85 %.

Практически без изменений в конструкции данное устройство может использоваться для испытания аккумуляторных батарей, например, для снятия и построения разрядных характеристик. В дальнейшем по такой схеме можно строить стенды для испытания силовых электрогенераторов сельскохозяйственной техники с электрифицированной трансмиссией.

Литература

1. Погуляев, М. Н. Энергосберегающие электромеханические стенды для испытания дизельных генераторов / М. Н. Погуляев [и др.] // Чрезвычайные ситуации: образование и наука Гомель, ГИИ МЧС Респ. Беларусь – 2013. – Т. 8. № 2. – С. 106 – 110.
2. Погуляев, М.Н. Устройство нагружения резервных электрогенераторов с рекуперацией энергии в сеть / М. Н. Погуляев, В.В. Тодарев, А.А. Смахтин// Современные проблемы машиноведения: тез. докл. XI Междунар. науч.-техн. конф., 20-21 окт. 2016 г – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2016. – С. 165.
3. Погуляев, М.Н. Энергосберегающее устройство нагружения резервных электрогенераторов / М. Н. Погуляев, А.А. Смахтин // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: Материалы МНТК. – Могилев: Белорус. – Рос. ун-т, 2017. – С. 399 – 401.

УДК 621.979

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ АГРЕГАТНО-МОДУЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРЕССА ДЛЯ БРИКЕ- ТИРОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

В.В.Пинчук, Н.В. Иноземцева, В.Б. Попов

УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

В настоящее время в мире все большее внимание уделяется повышению экологической безопасности бытового топлива. В связи с этим брикеты из деревянных опилок, полученные без дополнительных связующих, находят все большее применение. Рациональное использование древесных отходов – одна из важнейших задач комплексной переработки древесного сырья.

Брикетирование используется для переработки древесных отходов в высококалорийное экологическое топливо (брикеты), для изготовления индивидуального топлива, используемого круглый год, для решения проблем хранения сгораемых отходов, а также проблем с отбросами, которые возникают в малых и средних столярных мастерских и лесопилках. Полученный в результате брикетирования топливный материал благодаря своим высоким потребительским свойствам находит широкое применение, как в домашнем хозяйстве, так и в промышленных отопительных системах.

Широкое использование топливных брикетов требует создания новых производств по выпуску специализированных прессов для брикетирования.

В ГГТУ им. П.О. Сухого разработан пресс ПРО-60, предназначенный для спрессовывания мелких древесных отходов хвойных и лиственных пород деревьев в компактные, экономящие место брикеты, которые могут быть использованы для отопления жилых, общественных и производственных помещений (Рис.1).

Данный пресс установлен в лесопромышленном хозяйстве «Рогачевский лесхоз» для опытной эксплуатации.

Гидроблок управления (ГУ) станции управления гидропривода пресса был изготовлен методом агрегатно-модульного монтажа из унифицированных функциональных блоков типа БВ [1; 2]. Это позволило существенно сократить затраты и сроки разработки и изготовления гидропривода пресса. Достаточно отметить, что разрабатывать сборочный чертеж ГУ и чертежи монтажных корпусов не потребовалось, так как монтажная схема ГУ в данном случае позволяет решить все вопросы в процессе его изготовления.

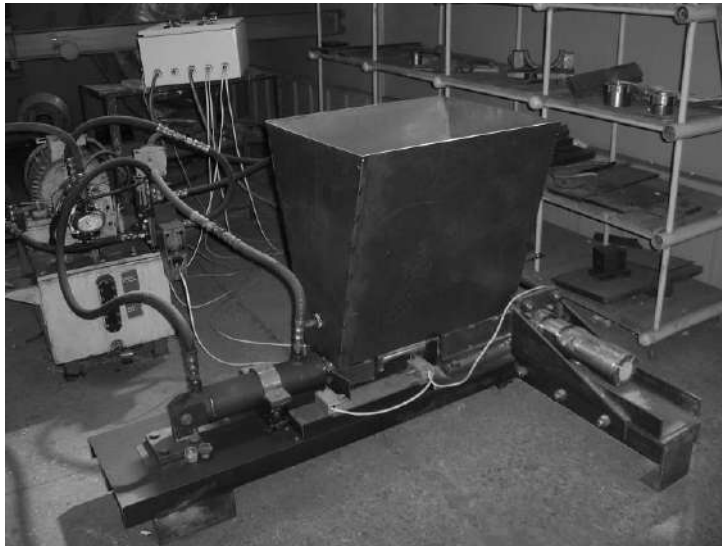


Рис.1 - Общий вид пресса ПРО-60

В результате проектные и сборочные работы при изготовлении ГУ заняли не более восьми часов, в то время как даже в условиях специализированных предприятий эти работы занимают 2-3 месяца (при той сложности гидросхемы, которая используется в разработанном прессе).

Научная новизна работы заключается в разработке импортозамещающего оборудования (пресса на основе гидропривода) с использованием опыта передовых предприятий Гомельского региона и разработок ученых ГГТУ им. П.О.Сухого. Разработанная конструкция мобильного пресса за счет использования новых технических решений превосходит зарубежные аналоги, как по техническим характеристикам, так и по экономическим показателям.

Литература

1. Устройство для монтажа гидро- и пневмоаппаратуры: пат. 7134 РБ / Пинчук В.В., Гинзбург А.А., Шелег В.К. - Заявл. 26.05.10; опубл. 30.04.11.
2. Пинчук, В.В. Расчет и конструирование агрегатно-модульных гидроблоков управления технологических машин / В.В. Пинчук, В.К. Шелег. - Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2010.- 270 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Пленарное заседание

РАЗВИТИЕ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО И КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНОСТРОЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ А. И. Камко.....	3
МАРКЕТИНГОВАЯ СТРАТЕГИЯ ХОЛДИНГА «ГОМСЕЛЬ-МАШ» НА ВНЕШНИХ РЫНКАХ С.В. Михолап	10
ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ А.С. Шантыко, В.И. Козлов, С.В. Карабанькова	11
ПРОБЛЕМЫ, РИСКИ, ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДНОГО ПЕРИОДА А.С. Шантыко, В.И. Козлов, С.В. Карабанькова	12
АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО В ГИДРАВЛИКЕ 3D ПЕЧАТЬ ИЗ МЕТАЛЛА Тирелли Томмазо	14
СИСТЕМА ГИАС – ИНСТРУМЕНТ ОРГАНИЗАЦИИ «ЦИФРОВОГО» ПРОИЗВОДСТВА В МАШИНОСТРОЕНИИ П.А. Еськов, Р.С. Кадемик, Е.А. Клебанов	16
ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА УБОРОЧНОЙ ТЕХНИКЕ ОАО «ГОМСЕЛЬМАШ» О.В. Рехлицкий, В.Н.Шкирский	18
ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ИЗДЕЛИЯ КАК ЧАСТИ ИНДУСТРИИ 4.0 С.В. Степаненко	22
РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В МАСШТАБЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С.Л. Кравцов, Д.В. Голубцов, А.П. Гвоздов, Е.В. Лепесевич, А.Л. Козел, В.В. Холодинский, Г.И. Радюкевич, С.А. Лапаник, Д.Г. Симченков.....	24

Секционные доклады

Секция № 1 «Уборочная техника и научно-техническое сотрудничество»

СВАРКА ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ – НОВЫЙ СПОСОБ СВАРКИ ДАВЛЕНИЕМ

А.Ф. Ильющенко, А.А. Радченко, Д.В. Бубен 26

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УБОРКИ ПОДСОЛНЕЧНИКА

А.С. Старцев, А.А. Куньшин 28

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОЧИСКИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А.М. Крот, А.Н. Вырский, И.А. Баран, В.М. Демко..... 31

ТЕХНОЛОГИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ РЕШЕТА С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ НА ОЧИСТКЕ МАСЛОСЕМЯН

А.С. Старцев, А.А. Куньшин..... 34

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ СВОБОДНОГО ЗЕРНА В НАКЛОННОЙ КАМЕРЕ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

В.Н. Ожерельев, В.В. Никитин 36

НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ СТОИМОСТИ И ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ LS-СИСТЕМ С АДАПТАЦИЕЙ К НАГРУЗКЕ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

А. А. Гинзбург 38

РАЦИОНАЛЬНЫЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ПАРКА ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В.П. Чеботарев 40

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ НОЖА В РЕЖУЩИХ АППАРАТАХ

А.С. Мезга, Н.О. Петрович, С.Р. Белый 44

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ ЧАСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТРАКТА САМОХОДНОГО КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА	
А.М. Крот, П.В. Авраменко, Н.Н. Вырский, И.Г. Баран.....	46
ВКЛАД ОРЛОВСКОГО ГАУ В РЕАЛИЗАЦИЮ ЗАДАЧ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА	
С.А. Родимцев	48
К ВОПРОСУ О ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ МЕХАНИЗМА ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА	
В.Б. Попов	50
САПР КОНСТРУКЦИИ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ НА БАЗЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ	
Ю.М. Кротюк, А.Г. Гривачевский	53
СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОСЕРВИСА	
А.Г. Гривачевский, Р.Л. Кулик	55
РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	
А.В. Клочков, В.В. Гусаров, Р.В. Богатырев	57
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНФИГУРАЦИЯМИ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ И СЕРВИСНОМ ОБСЛУЖИВАНИИ	
Е.П. Кукареко, С.В. Коровкин, А.Г. Гривачевский	59
ТЕХНОЛОГИИ ГАЗОПЛАМЕННОГО НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ АПК	
А.Ф. Ильющенко, М.А. Андреев, Е. Д. Манойло, Ф.Е. Онащенко	61
ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КЗС-4118К. БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГАЗОБАЛЛОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ	
О.В.Рехлицкий, Г.В.Ермольчик	64

СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КЗС-3219КР	
И.А. Баран, А.Н. Вырский, Д.Н. Иванов	66
АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ТРАНСФОРМАЦИИ КРЫШИ БУНКЕРА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА	
А.А. Калиновский	68
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА ЭНЕРГОЗАТРАТ В ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕМ АППАРАТЕ БАРАБАННОГО ТИПА	
С. И. Кирилук, А.В. Голопятин	70
АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МЕХАНИЗМА ПРИВОДА СОЛОМОТРЕСА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА	
Д.В. Джасов, А.Н. Вырский	72
РАЗВИТИЕ МОДЕЛЬНЫХ РЯДОВ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ОАО «ГОМСЕЛЬМАШ»	
П.П. Садов, Н.П. Насекайло	74
МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОВОРОТНОГО КУЛАКА САМОХОДНОГО ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КЗС-1218	
П.Е. Родзевич	78
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УБОРКИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ЗЕРНОУБОРОЧНЫМ КОМБАЙНОМ	
Н. Н. Кузнецов	80
РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИМИТИРУЮЩИХ ПРИВОДНЫХ МЕХАНИЗМОВ КОМБАЙНОВ	
Д.А. Дубовик, А.М. Гоман, О.А. Баран	82
ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ МАССО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМА ОЧИСТКИ КОМБАЙНА	
А.А. Вырский, Д.А. Дубовик, В.И. Прибыльский, И.А. Шаповал.....	84
СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ПНУ САМОХОДНОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОМБАЙНА КСК-600	
А.А. Лазбекина, В.Б. Попов	86

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
РЕЖУЩЕЙ ПАРЫ НА ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ
РАСТИТЕЛЬНОЙ МАССЫ**

Н.М. Савкова, В.Б. Попов 88

**ОСНАЩЕНИЕ АПК КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ МОБИЛЬНОЙ
ТЕХНИКОЙ**

Н.И. Селиванов, Н.И. Пыжикова, Н.В. Кузьмин 91

**Секция № 2 «Тракторы, мобильные энергетические средства,
прицепные и навесные агрегаты»**

**КОМПЛЕКСЫ УБОРОЧНЫХ И ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ
МАШИН И КОМБИНИРОВАННЫХ АГРЕГАТОВ НА БАЗЕ
УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГОСРЕДСТВ
МОЩНОСТЬЮ 200-450 л.с.**

О.С. Марченко 93

**МОДИФИКАЦИЯ ТРАКТОРА МТЗ-421, ДЛЯ РАБОТЫ НА
ЧАЙНЫХ ПЛАНТАЦИЯХ**

Н.Е. Эбаноидзе 99

**ПРОДУКЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
ПАО «ТМЗ»**

О.Г. Прохоров 101

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ
НА СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

С.В. Машков, П.А. Ишкин 103

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМА ПОПЕРЕЧНО-
ГО УРАВНОВЕШИВАНИЯ ТРАВЯНОЙ ЖАТКИ КНК-4500**

А. Д. Конявский, Д.В. Джасов 106

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ
В ПРОЕКТИРОВАНИИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ**

П.А. Еськов, Р.С. Кадемик, Е.А. Клебанов 108

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ДЛЯ ПОДАЧИ
СТЕБЛЕЙ НА ПЛАТФОРМУ ЖАТКИ**

А.В. Клочков, Р.В. Богатырев 109

ПОЛОСОВОЙ АНТИФРИКЦИОННЫЙ МЕТАЛЛОФТОРО- ПЛАСТОВЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ С РЕГУЛИ- РУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ	
С.В. Шишков	111
МНОГОСЛОЙНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА ДЛЯ ИНСТРУМЕНТА И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ОСНАСТКИ	
Н.Ф. Соловей, Н.Н. Федосенко, А.С.Шантыко, Е.А. Кулеш, А.С. Ру- денков	114
АБРАЗИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКС- ПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ	
М.П. Купреев	116
ОЦЕНКА АДсорбЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПОВЕРХНО- СТЕЙ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	
Н.Ф. Соловей, Н.Н. Федосенко, А.С.Шантыко, А.А. Рогачев	118
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ РУКАВОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ В ГИДРОСИСТЕМАХ С ДРОССЕЛЬНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ	
О.В. Рехлицкий, В.В. Подрез, А.М. Шмыгов	120
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛО- ВИЯХ	
Н.В. Грунтович, В.Б. Попов, И.В. Петров	121
ФОРМИРОВАНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КЛАПАНОВ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ	
М.С. Мельниченко, Ю.А. Андреевец	124
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЧУГУНА ВЧТГ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НОЖЕЙ РЕЖУЩИХ БАРАБАНОВ КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ	
П. С. Дробышевский, А. А. Новиков	126
О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ НОРМИРОВАНИИ ТОЧНОСТИ ПРЕЦИЗИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	
Г.С.Кульгейко, М.П.Кульгейко	128
КОМПЛЕКТОВАНИЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ АГРЕГАТОВ	
А.Г. Вабищевич, И.Н. Жукович, Е.Н. Курак	130

УЛУЧШЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ СЕЯЛКИ С ПНЕВМАТИЧЕСКИМ ВЫСЕВАЮЩИМ АППАРА- ТОМ	
А.Н. Смирнов, П.В. Авраменко, А.Г. Вабищевич, В.Б. Попов.....	132
АНАЛИЗ НАГРУЖЕННОСТИ БАЛКИ УПРАВЛЯЕМОГО МО- СТА УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭНЕРГОСРЕДСТВА УЭС-2-250А	
П.Е. Родзевич	134
МЕТОДИКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕА- ЛИЗАЦИИ РЕЖИМА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ОДНОСТУ- ПЕНЧАТЫМ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ НАСОСОМ	
И.И. Суторьма	136
ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ ПОДЪЕМА И ПОВОРОТА ТРАВЕРСЫ ФРОНТАЛЬНОГО ПО- ГРУЗЧИКА	
В.Б. Попов, П.В. Авраменко.....	139
СВОЙСТВА И СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СТА- ЛЕЙ 16MnCrS5 и 18ХГТ	
И.Н.Степанкин, С.Ю.Василькова, Е.А.Парецкая, Е.П.Поздняков, А.В.Радионон	142
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА МОДЕР- НИЗИРОВАННОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН	
Л.А. Захаренко, Ю.В. Крышнев, В.Б. Попов	144
КОМПЛЕКСНЫЕ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ СТЕНДЫ СЕЛЬСКО- ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	
В.В. Тодарев, В.А. Савельев, В.Б. Попов, М.Н. Погуляев	146
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН	
В.В. Тодарев, М.Н. Погуляев, В.А. Савельев, В.Б. Попов в	148
ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ АГРЕГАТНО-МОДУЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРЕССА ДЛЯ БРИКЕТИРОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ	
В.В.Пинчук, Н.В. Иноземцева, В.Б. Попов	150