

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Республиканское объединение
«БЕЛАГРОСЕРВИС»

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ОСВОЕНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ,
ТЕХНОЛОГИЙ, ОРГАНИЗАЦИИ
ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК**

Материалы Международной
научно-практической конференции

Минск, 9 июня 2016 г.

Минск
БГАТУ
2016

УДК [631.1+631.173] (476X082)

Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Минск, 9 июня 2016 г. / М-во с.х. и прод. Респ. Беларусь, РО «Белагросервис», УО «Белорус. гос. аграр. техн. ун-т»; редкол.: Н. К. Лисай и [др.]. – Минск : БГАТУ, 2016. – 240 с. – ISBN 978-985-519-789-9.

Сборник содержит материалы Международной научно-практической конференции, прошедшей на 26-й Международной специализированной выставке «Белагро-2016». Представлены результаты исследований сотрудников РО «Белагросервис», УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», РНУП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси» и других организаций, в которых рассмотрены проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в агропромышленном комплексе.

Сборник предназначен для инженерно-технических и научных сотрудников, аспирантов, студентов и слушателей системы повышения квалификации и переподготовки управленческих кадров.

Редакционная коллегия:

Лисай Н. К., генер. директор РО «Белагросервис» (научный редактор);
Яковчик С. Г., генер. директор РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»;
Сайганов А. С., зам. директора по научной работе РНУП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси»;
Миранович А. В., декан ф-та «Технический сервис в АПК» УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»;
Миклуш В. П., профессор кафедры «Технологии и организация технического сервиса» УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

Рецензенты:

д-р техн. наук, член-корреспондент НАН Беларуси *В. В. Азаренко*;
д-р техн. наук *В. А. Китиков*

ISBN 978-985-519-789-9

© БГАТУ, 2016

Уважаемые коллеги!

Республиканское объединение «Белагросервис» предлагает Вашему вниманию очередной (одиннадцатый) выпуск сборника трудов сотрудников РО «Белагросервис», УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», РНУП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси», других организаций, ученых России, Украины, Казахстана, Польши на Международной научно-практической конференции, состоявшейся 9 июня 2016 года.

В конференции приняли участие члены расширенного Совета РО «Белагросервис», руководители агросервисных организаций, директора ремонтных заводов, дилерских технических центров, сотрудники научно-исследовательских институтов и учреждений образования, представители министерства промышленности, средств массовой информации, зарубежные гости.

На обсуждение были представлены проблемы, связанные с производством новой техники, освоением инновационных технологий в сельскохозяйственном производстве, повышением эффективности использования машин и оборудования, совершенствованием организации технического сервиса в АПК.

Изложенные материалы докладов заслуживают внимания и могут быть использованы как в практической деятельности работников агросервисных организаций, так и в учреждениях образования при обучении специалистов и слушателей повышения квалификации.

Проведение ежегодных научно-практических конференций в рамках выставок «Белагро» способствует дальнейшему развитию и совершенствованию агротехнического сервиса в Республике Беларусь, интеграции науки и производства.

Генеральный директор
РО «Белагросервис»



Н.К. Лисай

Маринич Л.А.¹, первый заместитель министра сельского хозяйства
и продовольствия Республики Беларусь

Бакач Н.Г.², заместитель генерального директора по научной работе

Володкевич В.И.², заведующий лабораторией,

Шах А.В.², младший научный сотрудник

*¹⁾Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь, г. Минск*

²⁾РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

ДИНАМИКА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБНОВЛЕНИЯ МАШИННО- ТРАКТОРНОГО ПАРКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ

В качестве приоритетной задачи развития материально-технической базы сельского хозяйства Республики Беларусь в 1991-1995 годах было ее техническое обновление. Расположенные на территории республики заводы по выпуску сельскохозяйственной техники производили около 13% требуемой номенклатуры машин для механизации производства продукции растениеводства и животноводства. Для исправления данной ситуации в 1996 году Минсельхозпродом республики была разработана концепция развития механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2000 года. На ее основе была разработана и утверждена Правительством республиканская программа создания сельскохозяйственной техники на период до 2000 года, предусматривающая разработку и освоение производства 136 наименований машин и оборудования. Главной задачей данной Программы было воспроизводство на новом техническом уровне сельскохозяйственной техники, которая поставлялась в республику из других республик СССР и стран СЭВ. Так, в области тяговой энергетики ставилась задача Минскому тракторному заводу освоение производства тракторов класса 3 взамен тракторов Харьковского тракторного завода Т-150/150К. Результатом выполнения задачи стали разработка и серийный выпуск тракторов Беларусь 1522/1523. Далее требовалось освоение производства отечественного шлейфа прицепных и навесных машин к тракторам Беларусь мощностью 120 л.с. В рамках

данной Программы создано свыше 8 наименований новых технических средств к трактору Беларус 1221, что позволило существенно повысить загрузку тракторов этого типа, поступающих в хозяйства республики. В сжатые сроки на ОАО «Лидагпроммаш» было освоено производство зерноуборочных комбайнов «Лида-1300», на ПО «Гомсельмаш» – КЗС-7 и КЗС-10К с объемом производства в 2002 году около 1000 единиц, чем заложены основы отечественного комбайностроения, имеющего перспективы не только в обеспечении потребностей хозяйств республики, но и экспорта в страны СНГ. Главным результатом реализации республиканской программы до 2000 года стало освоение предприятиями сельхозмашиностроения республики около 55% номенклатуры применяемой в отрасли техники. На начало 2003 года на предприятиях сельхозмашиностроения производилось около 437 наименований новой техники несмотря на нехватку финансовых средств у заводов-изготовителей для освоения ее производства. Это способствовало повышению производительности труда на механизированных работах на 25-30%, снижению затрат труда на 51, топлива – на 36 и металла – на 39%; сокращению в 2-3 раза проходов техники по полю, существенному повышению качества обработки почвы и посева, что в итоге позволило повысить урожайность основных сельскохозяйственных культур на 15-25%.

Однако многие освоенные модели сельхозмашин являлись лишь частично модернизированными образцами техники, выпускаемой в СССР в конце 80-х – начале 90-х годов. Эти машины закрывали лишь «белые пятна» в обеспечении производства продукции, не позволяли поднять сельское хозяйство республики на новый технический уровень. На основе анализа тенденций развития механизации производственных процессов в АПК республики и за ее пределами, задач, стоящих перед сельскохозяйственной отраслью, была принята республиканская программа создания сельскохозяйственной техники на период до 2005 года (Программа «Сельхозмашиностроение»). Если принятие Программы на период до 2000 года предусматривало расширение номенклатуры выпускаемых в республике средств механизации, снизив затраты на их приобретение за рубежом, то Программа на период до 2005 года предусматривала дальнейшее оснащение предприятий АПК машинами нового поколения, более высокого

технологического и технического уровней. В результате реализации Программы «Сельхозмашиностроение» на период до 2005 года основу тракторного парка республики составили тракторы ПО «МТЗ», что позволило не только улучшить качественный состав тракторного парка хозяйств, но и повысить его готовность за счет обеспечения фирменного технического сервиса. Создание семейства транспортных средств для перевозки сельскохозяйственных материалов позволило на 25-30% обеспечить повышение эффективности использования имеющейся кормоуборочной техники, в первую очередь, приобретенной импортной. Создан комплекс машин для возделывания, уборки и послеуборочной доработки зерна: чизельные культиваторы, комбинированные почвообрабатывающие агрегаты шириной до 6 м, пневматические зерновые сеялки шириной до 6 м, почвообрабатывающе-посевные агрегаты шириной 3,6 м, машины для внесения органических и минеральных удобрений к тракторам класса 3, энергосберегающие сушилки для зерна производительности до 15 пл. т. час и другие машины. Это позволило в 2-3 раза сократить число выполняемых операций на обработке почвы, посеве и посадке сельхозкультур, снизить на 20-30% расход топлива и 30-40% затраты труда на уборке и послеуборочной доработке зерна. Для механизации возделывания картофеля создан комплекс машин, включающий малообъемный протравливатель клубней, полунавесную картофелесажалку элеваторного типа, культиватор-окучник с регулируемой геометрией корпуса, копатель-погрузчик, двухрядный картофелеуборочный комбайн и передвижной сортировальный пункт. Все эти машины ориентированы на минимальное травмирование клубней при высокой производительности и малой ресурсоемкости. Для заготовки кормов, обеспеченность которыми является важнейшим фактором повышения объемов производства, качества и снижения себестоимости животноводческой продукции, разработаны фронтальная ротационная косилка к реверсивному трактору Беларус 1221 класса 2, имеющая производительность 25-30 га за смену и адаптеры к самоходной косилке, выпускаемой ПО «Гомсельмаш», грабли-ворошилки, ворошитель валков скошенных трав и оборудование для внесения консервантов. Учитывая важность для республики льна как одной из реальных экспортных

культур, в рамках белорусско-российской программы «Лен» разработан комплекс машин для отдельной уборки льна в составе льнотеребилки и подборщика-очесывателя-оборачивателя. Применение нового технологического комплекса машин для уборки льна обеспечило в расчете на гектар экономию 12-18 чел.-ч живого труда, 48-55 кг горючего и 5-7 кг металла. Для первичной переработки льна созданы размотчик рулонов, куделеприготовительная и трясильная машины. В животноводстве уделено внимание механизации приготовления и раздачи кормов, совершенствованию систем микроклимата, созданию оборудования для доения и первичного охлаждения молока с использованием озонобезопасных хладагентов. В итоге это позволило обеспечить уровень оснащения сельхозпроизводителей отечественной техникой к концу 2005 года до 70%.

С целью дальнейшего повышения уровня технического обеспечения производителей сельскохозяйственной продукции и исходя из реальных финансовых возможностей хозяйств, потенциала научно-исследовательских и конструкторских организаций, организаций-изготовителей сельскохозяйственной техники, максимальной эффективности в сфере производства и использования техники, рациональном ограничении номенклатуры технических средств, сокращении металло- и энергоемкости продукции по решению Правительства Минсельхозпродом совместно с НАН Беларуси, Минпромом и ГКНТ разработаны системы машин и оборудования для растениеводства, животноводства, мелиоративных и культуртехнических работ период до 2015 года.

Системы машин предусматривали поэтапную их реализацию. На первом этапе их реализации (2006-2010 годы) осуществлялось создание и освоение производства машин для сокращения закупок импортных аналогов, обеспечения агрегатирования с отечественными тракторами Беларусь мощностью до 250 л.с., механизации уборки урожая зерноуборочными комбайнами с пропускной способностью до 12 кг/с, послеуборочной доработки зерна на зерноочистительно-сушильных комплексах производительностью до 30 плановых тонн в час, замена морально изношенной и низко производительной техники и оборудования для производства кормов, картофеля, овощей, льноволокна,

приготовления и раздачи кормов на животноводческих и свиноводческих фермах, содержания животных, доения и охлаждения молока. В результате реализации Системы машин первого этапа в растениеводстве удалось сократить поставки машин из-за рубежа, создать и освоить производство семейства тракторов Беларус-2022/2522, типоразмерный ряд машин к ним для обработки почвы и посева. Это позволило в растениеводстве снизить себестоимость производства зерна на 20%, сахарной свеклы – на 15%, картофеля – на 40% и кормов из трав и силосных культур – на 20%; в животноводстве и птицеводстве снизить удельные затраты труда в 1,2-1,3 раза, расход кормов на 25-30%, электроэнергии на 25-30% и котельно-печного топлива на 15-20%. На втором этапе реализации Системы машин (2011-2015 годы) предусматривалось дальнейшее сокращение поставок машин из-за рубежа, на 40-50% обновление машинно-тракторного парка более высокопроизводительными машинами и оборудованием, применение биогазовых установок и оборудования для возобновляемых источников энергии, увеличение применения автоматизированной и роботизированной техники, системы точного земледелия и на этой основе повышение конкурентоспособности производимой продукции растениеводства и животноводства. Это позволило к 2015 году на 50-65% снизить удельные затраты труда, топлива и электроэнергии на производство продукции в растениеводстве и животноводстве и по этим показателям приблизиться к передовым Европейским странам.

Реализация Программ сельскохозяйственного машиностроения и Систем машин позволило поставить в хозяйства республики в 2011-2015 годах около 12 тыс. ед. тракторов различных тяговых классов и мощностей, 4,5 тыс. ед. зерноуборочных комбайнов с пропускной способностью более 10 кг/с, 1,5 тыс. ед. кормоуборочных комбайнов с мощностью двигателя более 350 л.с., 1,7 тыс. ед. комбинированных почвообрабатывающих и 2,4 тыс. ед. почвообрабатывающе-посевных агрегатов шириной захвата 6 и более метров, 6,2 тыс. ед. машин для внесения органических и минеральных удобрений соответственно грузоподъемностью 20 тонн и шириной захвата 18 и более метров, 2,4 тыс. ед. машин для химической защиты растений, 3,9 тыс. ед. тракторных косилок, 2,5 тыс. ед. граблей-ворошилок, 3,6 тыс. ед. пресс-подборщиков,

свыше 100 наименований машин и оборудования для производства продукции животноводства (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика технической оснащенности сельскохозяйственных организаций (на конец года)

Наименование сельскохозяйственной техники	2000г.	2005г.	2010г.	2013г.	2015г.
Тракторы, всего, ед., в т.ч.:	72943	53581	49662	43822	44258
энергонасыщенные	4881	3948	6070	6529	7360
Зерноуборочные комбайны, всего, ед.,	17057	12753	11425	11636	10378
в т.ч. с пропускной способностью 10 и более кг/с	–	–	–	10214	9947
Кормоуборочные комбайны, всего, ед.,	7439	5623	5026	3351	4101
в т.ч. с мощностью двигателя 300 и более л.с.	–	–	–	1774	1857
Льноуборочные комбайны, всего, ед.,	1839	1343	941	692	501
в т.ч. самоходные	–	–	–	116	99
Картофелеуборочные комбайны, всего, ед.	3756	1587	1175	1109	956
Свеклоуборочные комбайны, ед	1120	1017	791	571	366
Энергооснащенность, л.с.:					
на 100 га с/х угодий	332	265	259	264,7	337,4
на 100 га пашни	–	–	518,8	527,8	526,2
на 100 га посевной площади	–	–	–	386,1	470,9
Энерговооруженность (приходится л.с. на 1 работника, занятого в с/х производстве)	50,7	57,8	64,7	64,3	68,6
Приходится пашни на 1 трактор, га	170,5	165,4	159,2	103,3	105,4
Приходится уборочной площади на 1 комбайн, га:					
зерноуборочный	–	–	159,9	154,6	156,6
кормоуборочный	–	–	398,1	392,0	546,7
картофелеуборочный	–	–	34,6	28,1	27,5

Однако несмотря на это обеспеченность хозяйств в 2015 году энергонасыщенными тракторами с мощностью двигателя 250 и

более л.с. составила не более 72 процента от требуемой, зерноуборочными комбайнами с пропускной способностью зерновой массы свыше 10 кг/с – не более 82 процентов, кормоуборочными комбайнами с мощностью двигателя 350 и более л.с. – не более 53 процентов, широкозахватными почвообрабатывающе- и почвообрабатывающе-посевными агрегатами – не более 65 процентов, машинами для внесения органических, минеральных удобрений и химической защиты растений – не более 60-65 процентов, машинами для заготовки кормов из трав и силосных культур – не более 80 процентов. Ниже требуемой обеспеченность машинами и оборудованием для производства молока и мяса говядины, свинины, яиц и мяса птицы бройлеров. Используемая хозяйствами техника не всегда имеет высокую эффективность из-за несоблюдения технологий проведения работ, несовершенства применяемых машин и оборудования для их реализации, несоответствия оптимальным вариантам комплектования машинно-тракторных агрегатов. По этим и ряду других причин фактические удельные затраты ресурсов на производство продукции в растениеводстве и животноводстве в республике значительно выше, чем в передовых странах Европы. Так, по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [1] в 2014 году затраты труда на производство зерна составили не менее 4,9 чел.-ч/т, картофеля – 9,1 чел.-ч/т, сахарной свеклы – 1,1 чел.-ч/т, сена – 0,43 и сенажа – 0,38 чел.-ч/т, кукурузы на силос – 0,56 чел.-ч/т, овощей открытого грунта – 14,5 чел.-ч/т, молока – 27,2 чел.-ч/т, мяса говядины – 232,3 чел.-ч/т, мяса свинины – 71,2 чел.-ч/т, яиц – 0,89 чел.-ч/1000 шт. и мяса птицы (бройлеров) – не менее 12,9 чел.-ч/т. Затраты энергоресурсов и условного топлива составили соответственно на производство зерна не менее 10,6 кВт·ч/т и 14,0 кг у.т/т, картофеля – 6,8 кВт·ч/т и 9,6 кг у.т/т, сахарной свеклы – 0,12 кВт·ч/т и 2,0 кг у.т/т, сена – 0,21 кВт·ч/т и 1,3 кг у.т/т, сенажа – 0,20 кВт·ч/т и 1,3 кг у.т/т, кукурузы на силос – 0,16 кВт·ч/т и 1,9 кг у.т/т, овощей открытого грунта – 11,3 кВт·ч/т и 10,3 кг у.т/т, молока – 7,5 кВт·ч/т и 6,0 кг у.т/т, мяса говядины – 5,0 кВт·ч/т и 3,5 кг у.т/т, свинины – не менее 9,0 кВт·ч/т и 7,0 кг у.т/т, что в 1,3-1,7 раза выше, чем в европейских странах, что не обеспечило запланированного снижения конкурентоспособности производимой продукции. Поэтому необходима не замена в хозяйствах техники на новую с прежними техническими

характеристиками, а обновление поколением новых машин, которые обеспечат существенный рост производительности труда, экономию топливно-энергетических ресурсов, возможность реализовать эффективные машинные технологии и получить сельскохозяйственную продукцию, конкурентоспособную на внутреннем и внешнем рынках.

Дальнейшее техническое обеспечение реализации инновационных технологий производства основных видов сельскохозяйственной продукции, предусмотренной Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы [2] планируется реализовать в рамках утвержденной Правительством Концепции системы машин и оборудования на период до 2020 года. Концепция отражает научно-техническую политику республики в области механизации и автоматизации процессов в растениеводстве и животноводстве, оценивает достигнутый уровень и определяет перспективы развития технологий и техники для этих отраслей с целью принятия оптимальных решений по созданию новой техники, реализации ее на внутреннем и внешнем рынках. Предусматривается переход от интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, рассчитанных на урожайность зерновых культур 40-50 ц/га и получение продукции высокого качества, на так называемые высокие технологии, рассчитанные на достижение урожайности культуры, близкой к ее биологическому потенциалу (80-100 ц/га зерновых). В Концепции уделено внимание развитию синергистической комбинации машиностроения, электронной техники, компьютерных разработок, теории автоматического управления и проектирования систем, имеющей целью создать, спроектировать и реализовать систему машин и оборудования нового поколения, базирующуюся на технологической платформе мехатроника в части интересов агропромышленного комплекса и создать инструментально-технологические концепции точного растениеводства и животноводства на базе интегрированных локальных цифровых систем контроля и управления в сочетании с системами идентификации. Предусматривается выйти на новый уровень создания роботизированных систем как в растениеводстве, так и в животноводстве.

Реализация Концепции к 2020 году позволит:

- оснастить сельскохозяйственные предприятия перспективными машинами и оборудованием, повысить производительность труда в 1,5-1,7 раза, снизить на 30-35% уровень ресурсо-энергопотребления, что будет способствовать конкурентоспособности продукции на внутреннем и внешнем рынках;

- снизить удельные затраты труда на производство зерна – на 60%, сахарной свеклы – 45%, кукурузы на силос – 50%, картофеля – 60% и затраты топлива на 35-45%; затраты труда на производство молока до 1,5-2,0 чел.·ч/ц и обеспечить прирост живой массы скота до 4,5-5,0 чел.·ч/ц, свиней – до 2,5-3,5 чел.·ч/ц, потребление электроэнергии на 1 ц продукции молока – до 30-35 кВт.·ч и обеспечить увеличение прироста живой массы скота – до 200-210 кВт.·ч и свиней – 150-180 кВт.·ч;

- снизить удельные затраты труда на производство мяса птицы до 1,7-1,8 чел.·ч/ц и яиц – до 0,3-0,5 чел.·ч/1000 шт. и расход кормов соответственно до 2,8-3,0 ц к.ед./ц и 1,2-1,4 ц к.ед./1000 шт., потребление электроэнергии – до 70-85 кВт.·ч/ц.

- получить среднюю урожайность зерна не менее 45 ц/га, картофеля – 450, сахарной свеклы – 600, надой на одну корову в год – до 7000 кг, среднесуточные привесы крупного рогатого скота – до 900 и свиней – до 700 грамм.

Список использованной литературы

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Минск: 2015. – 367 с.

2. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы. Утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь 11.03.2016, №196 – Минск: Беларусь, 2016. – 96 с.

Карпович С.К.¹, кандидат экономических наук, доцент;

Лисай Н.К.², кандидат технических наук, доцент

¹*Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь*

²*Республиканское объединение «Белагросервис»*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ В МОЛОЧНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Животноводство – важнейшая отрасль агропромышленного комплекса в Республике Беларусь. В основе экспортной составляющей сельскохозяйственного сырья 90% приходится на продукцию животноводства, в том числе на молоко и молочные продукты – свыше 60%.

В целях экономической эффективности молочной отрасли на основе наращивания объемов производства продукции в сельскохозяйственных организациях, обеспечения перерабатывающей промышленности сырьем, стабильного снабжения населения высококачественными молочными продуктами, увеличения экспортных поставок продукции, повышения конкурентоспособности молочных продуктов на внутреннем и внешних рынках на протяжении последних лет в республике развернуто широкомасштабное техническое перевооружение молочно-товарных ферм (комплексов).

К 2020 году в республике планируется увеличить надой одной коровы до 7000 кг молока. А общее производство молока в сельскохозяйственных и иных организациях должно составить 12,5 млн тонн молока.

Выполнение поставленных задач может быть достигнуто при проведении комплекса организационных и технологических мероприятий по завершению поэтапной специализации сельскохозяйственных и иных организаций, и переходу на промышленные, интенсивные технологии производства молока. Это возможно при условии реконструкции существующих и строительства новых молочно-товарных ферм с внедрением инновационных технологий в современное оборудование, дающее

возможность максимально механизировать и автоматизировать основные технологические процессы производства в целях повышения его экономической эффективности и производительности труда.

В настоящее время в республике реконструировано и введено в эксплуатацию порядка 2 000 ферм (комплексов), которые имеют современные доильные залы с высокотехнологичным компьютеризированным оборудованием отечественного и импортного производства. Наиболее широко в республике представлено оборудование доильных залов производства ОАО «Гомельагрокомплект», ОДО «Полиэфир», GEA Farm Technologies GmbH, ОАО «Дятловская сельхозтехника», DeLaval (ЗАО «ДеЛаваль»), СП «Унибокс» ООО, ИЧУПП «Промтехника», Impuisa, Itec.

На фермах и комплексах реконструируемых и построенных по программе развития молочной отрасли на 2010-2015 гг. продуктивность дойного стада на 692 кг больше средне республиканского уровня и составила 5458 кг молока. При этом удельный вес молока реализованного сортом «экстра» на комплексах достиг почти 57% при среднем показателе по республике 37,3%.

Рост производства молочной продукции невозможно обеспечить без повышения эффективности использования доильного оборудования.

В процессе эксплуатации техническое состояние доильного оборудования и механизмов постепенно изменяется: их поверхность покрывается пылью, ослабляются крепежные соединения, увеличиваются зазоры вследствие их изнашивания, уменьшается прочность деталей. По причине действия микроклимата на ферме с повышенным содержанием углекислого газа, аммиака, влаги на поверхности металлических частей образуется конденсат и активизируется процесс атмосферной коррозии. Кроме того, важной особенностью использования доильного оборудования на фермах является то, что они должны работать ежедневно, непрерывно, круглосуточно, строго в отведенный отрезок времени технологического процесса.

Огромную роль в решении этих задач и проблем играет технический сервис, который представляет собой совокупность работ и услуг по обеспечению эффективного использования по

назначению и поддержания доильного оборудования в технически исправном состоянии в течение всего срока службы.

Основными принципами организации и функционирования системы технического сервиса являются (1):

-плановость – осуществление всех видов технического обслуживания в обязательном порядке в календарные сроки, независимо от технического состояния оборудования.

-системность – проведение определенного объема работ и операций в установленные сроки и с определенной периодичностью, направленных на поддержание оборудования в работоспособном состоянии.

-оперативность – способность устранять отказы оборудования и оказывать услуги в течение времени, строго ограниченного зоотехническими требованиями, обеспечивая непрерывность технологических процессов.

Таким образом, высокий уровень сложности доильного оборудования, требования к качеству выполняемых им технологических процессов обуславливают необходимость разработки эффективной стратегии обеспечения его работоспособности в течение всего периода эксплуатации, что достигается оптимальным построением ремонтно-обслуживающей базы в инфраструктуре агропромышленного комплекса.

Следует отметить, что в настоящее время в республике поставщиками (изготовителями) широко представлена региональная дилерская система технического сервиса. Также непосредственно сервисным сопровождением доильных установок занимаются 50 государственных межрайонных универсальных технических сервисных центров на базе райагросервисов с высококвалифицированными специалистами, необходимым ремонтно-технологическим оборудованием, оснасткой и инструментом, нормативно-технической документацией.

В связи с осуществлением реконструкции и техническим переоснащением доильных залов на более технологичное, компьютеризированное оборудование, возникла необходимость в сборе и систематизации информации о проведении регламентных работ технического сервиса. По поручению Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь в декабре 2015 года была создана и введена в эксплуатацию информационная система мониторинга технического обслуживания молочно-товарных ферм (комплексов) (сайт

<http://tompf.by>). Программное обеспечение для работы сервера было совместно разработано УКПП «ИВЦ облсельхозпрода» (г. Могилев) и РО «Белагросервис».



Республиканская электронная программа мониторинга технического обслуживания молочно-товарных ферм (комплексов) позволяет обеспечить:

-автоматизированный учет осуществляемого технического обслуживания и ремонта оборудования доильных залов на уровне района, области, республики;

-контроль своевременности, периодичности и соблюдения перечня работ по техническому обслуживанию оборудования, проводимых в соответствии с регламентом разработанным производителем-изготовителем оборудования;

-контроль своевременной оплаты за выполненные работы по техническому обслуживанию и ремонту доильного оборудования на уровне республики.

Непосредственно на РО «Белагросервис» возложены функции осуществления контроля за периодичностью, соблюдением перечня работ, своевременным проведением технического

обслуживания всех имеющихся в областях доильных залов организациями агросервисов, бригадами молокоперерабатывающих организаций, сервисными центрами поставщиков-изготовителей, собственными силами сельскохозяйственных организаций, иными сторонними организациями, а также за своевременной оплатой за выполненные работы.

В настоящее время в базу данных уже внесено более 1400 доильных залов различных модификаций, а также свыше 50 организаций занимающихся техническим обслуживанием доильного оборудования молочно-товарных ферм (комплексов).

Следует отметить, что сотрудниками Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, РУП НПЦ НАН Беларуси по животноводству, РО «Белагросервис» и других организаций разработаны рекомендации по техническому сервису доильного оборудования, в которых представлены организационно-технологические требования к машинному доению, современные формы организации технического обслуживания и номенклатура сервисных работ и услуг, нормативы периодичности и трудоемкости выполняемых работ для всех основных видов доильного оборудования. Особое внимание уделено оценке технического состояния оборудования на основе применения современных методов и средств технической диагностики (2).

Таким образом, в обеспечении качества выпускаемого молока, достижении уровня мировых стандартов, немаловажную роль играет технический сервис, который должен предоставить потребителям весь комплекс услуг по эффективному использованию и поддержанию в исправном состоянии оборудования в течение всего периода эксплуатации.

Список использованной литературы

1. Технический сервис машин и оборудования в животноводстве: учебное пособие (В.П. Миклуш, Н.В. Казаровец, Н.А. Лабушев (и др.); под ред. В.П. Миклуш — Минск: БГАТУ, 2013 — 448 с.)

2. Рекомендации по техническому сервису доильного оборудования: практическое пособие (сост. С.К. Карпович (и др.), под общ. ред. С.К. Карпович: — Минск: БГАТУ, 2015 — 124 с.)

Сайганов А.С.¹, доктор экономических наук, профессор;

Миклуш В.П.², кандидат технических наук, профессор;

Карпович С.К.³, кандидат экономических наук, доцент;

Лисай Н.К.⁴, кандидат технических наук, доцент;

Герасимов В.С.⁵, зав. лабораторией

¹⁾ РНУ «Институт системных исследований

в АПК НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь,

²⁾ УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь,

³⁾ Министерство сельского хозяйства и продовольствия РБ, г. Минск, Республика Беларусь,

⁴⁾ РО «Белагросервис» г. Минск, Республика Беларусь,

⁵⁾ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка», г. Москва, Россия

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА ПОДДЕРЖАННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Аннотация. В статье рассматривается опыт функционирования вторичного рынка сельскохозяйственной техники за рубежом, мотивация его формирования и перспективы развития в агропромышленном комплексе Республики Беларусь.

Ключевые слова: вторичный рынок, участники рынка, формы использования техники, технический сервис, платежеспособный спрос, механизм взаимоотношений на рынке подержанных машин.

Annotation. The article discusses the experience of the functioning of the secondary market of agricultural machinery abroad, motivation for its formation and prospects of development of agroindustrial complex of the Republic of Belarus.

Keywords: secondary market, market participants, use of equipment, technical services, solvent demand, the mechanism of relations in the market of used cars.

Введение. Сокращение парка сельскохозяйственной техники, рост физического и морального износа ведут к нарушению технологических процессов, сокращению объемов производства

сельскохозяйственной продукции, увеличению ее себестоимости и снижению конкурентоспособности. Для улучшения ситуации необходимы первоочередные меры по защите отечественного рынка сельскохозяйственной техники. Но это процесс ни одного года. Выходом из сложившегося положения является задача создания вторичного рынка подержанной техники, что послужит важным резервом сохранения технического потенциала сельскохозяйственных товаропроизводителей. Это является актуальной задачей развития сельскохозяйственного производства.

Основная часть. В настоящее время вторичный рынок сельскохозяйственной техники получил широкое развитие в странах ЕС и США. Сельское хозяйство в указанных странах отличается высоким уровнем энергообеспеченности и энерговооруженности труда, комплексной механизацией всех технологических процессов [1]. Так, в Германии средняя годовая загрузка трактора составляет всего 400–600 ч, зерноуборочного комбайна – 50–60 га, тогда как в Беларуси – соответственно 1200–1500 ч и 150–170 га.

Между тем семейные фермы, которые являются основными товаропроизводителями, имеют сравнительно небольшие площади земельных угодий. В странах ЕС средние размеры ферм варьируют от 4,3 га в Греции до 65,1 в Великобритании, а в США – 186,6 га [1]. Вследствие этого на долю средств механизации и рабочей силы вместе взятых приходится 50–60% общих производственных издержек. Многие фермеры не могут приобрести самостоятельно новую дорогостоящую технику, так как для того чтобы покрыть затраты на амортизацию и получить прибыль, сельскохозяйственные машины должны находиться в эксплуатации определенное количество часов в год, чего невозможно сделать в масштабах отдельного хозяйства. В связи с этим в странах с развитой рыночной экономикой, о чем свидетельствует анализ зарубежного опыта, существуют различные формы использования техники, предопределяющие характер комплектования машинно-тракторного парка.

Первая форма предполагает эксплуатацию техники, как правило, на ферме собственника и на соседних сельскохозяйственных угодьях, при ее использовании в машинных товариществах «рингах» и «кружках». При этом средства механизации принадлежат одному владельцу. В целом под данную

форму подпадает от 60 до 80 % сельскохозяйственной техники стран ЕС и США.

Вторая форма включает кооперативы, а также машинные синдикаты, где покупка, владение и использование техники производятся несколькими собственниками. Среди фермеров в зарубежных странах она распространена незначительно, так как на нее приходится от 7 до 15 % техники, причем преимущественно новой и дорогостоящей.

Третья форма представлена подрядными предприятиями по оказанию механизированных услуг (контракт-фирмами, машинными станциями, прокатными пунктами и др.). Основным источником дохода у них, в отличие от фермерских хозяйств, непосредственно является сельскохозяйственная техника.

Анализ опыта работы подрядных компаний указывает на способность обеспечить высокую загрузку сельскохозяйственной техники, чего нельзя сказать об указанных выше формах по совместному использованию техники. Это объясняется их особенностями. Для первых главный источник дохода – это непосредственно сама техника, что, в свою очередь, определяет их естественное стремление к увеличению радиуса обслуживания, заставляет их прибегать к заблаговременности ведения договорных отношений с потребителями услуг, оптимизации маршрутов передвижения техники. Вторые же стремятся получить максимальный выход продукции с единицы земельной площади, а обеспечение высокой загрузки сельскохозяйственной техники уже не является первоочередной целью. Это позволяет сделать вывод о том, что подрядные компании оказывают большее влияние на рынок новой сельскохозяйственной техники. Так, около 60–70% всех новых самоходных зерно- и кормоуборочных машин (комбайнов) используется подрядчиками.

Представленные выше обстоятельства обуславливают тот факт, что например в США продажа подержанных тракторов составляет 150–200 тыс. ед. в год, в то время как новых около 100 тыс. В свою очередь, в Германии, которая занимает одно из ведущих мест среди высокоразвитых стран, ежегодно продается 65–75 тыс. подержанных сельскохозяйственных тракторов и только 23–24 тыс. новых.

В целом в странах ЕС и США на один проданный новый трактор или комбайн приходится 2–4 ранее бывших в употреблении. Это дает возможность мелким хозяйствам экономить средства, покупая подержанные, сравнительно дешевые машины, направлять капитал

на производственное строительство, совершенствование технологии, улучшение земель, покупку сортовых семян и другие потребности.

Наибольшим платежеспособным спросом на вторичном рынке стран с высокоразвитым сельскохозяйственным производством пользуется техника, отслужившая 3–5 лет, цена которой составляет примерно 30–60% от стоимости новой. При этом наработка по основным видам машин, имеет, как правило, незначительную величину. Так, например, сюда относятся тракторы с фактической наработкой до 3000 моточасов, зерноуборочные и кормоуборочные комбайны – до 1000 моточасов. Достаточно неплохо на рынке подержанных сельскохозяйственных машин реализуются тракторы и комбайновая техника со сроком службы 6–8 лет при годовой наработке соответственно не более 600 и 170 моточасов. Следовательно, при покупке подержанной машины принимается в расчет не только ее срок службы, но и интенсивность использования прежним владельцем, которую несложно определить, зная примерные размеры обрабатываемых площадей и общую численность машин данного вида у продавца.

Немаловажной причиной развития вторичного рынка сельскохозяйственной техники является тот факт, что подержанные машины – источник запасных частей для старых, снятых с производства моделей, так как новые запасные части для таких машин выпускаются в ограниченном количестве и по высоким ценам. Например, в США цена восстановленной детали не превышает 70% от стоимости новой детали промышленного изготовления. Так, фирма "Central Traktor" (США) регулярно приобретает узлы и агрегаты для восстановления машин и продает их по цене около 50% от новых.

В числе причин, обусловивших широкое развитие и популярность вторичного рынка сельскохозяйственных машин, следует также назвать хорошо налаженный технический сервис и льготные условия покупки. Так, наряду со схемой, предусматривающей полную оплату стоимости машины, при покупке широкое распространение получила продажа в рассрочку (в кредит). Практикуется также продажа в зачет, когда продавцу новой машины покупатель передает подержанную машину по согласованной цене и доплачивает разницу. Что касается технического сервиса то, к примеру, в Германии, несмотря на то, что цены восстановленных машин достаточно высокие, они пользуются спросом, так как хорошо организовано предпродажное и послепродажное, в том числе гарантийное, обслуживание, быстро

удовлетворяются заявки на запасные части, предусмотрены благоприятные условия финансирования.

Имеет место немало случаев прямой продажи подержанных машин, когда они продаются непосредственно одним фермером другому. Но чаще всего бывшая в употреблении техника реализуется через посредников. Обычно это предприятия-дилеры – представители фирм-производителей сельскохозяйственных машин, независимые или основанные на фермерской кооперации. Например, в Германии подобные организации стараются заинтересовать потребителей в приобретении более дешевых подержанных машин с предоставлением на них определенных гарантий, выдаваемых в виде свидетельств, применение которых распространяется только на сложную сельскохозяйственную технику: подержанные тракторы, самоходные зерно- и кормоуборочные комбайны и т.п. В свидетельствах перечисляются возможные претензии потребителя и услуг, оказываемых дилером в случае их возникновения, указывается тип машины, ее номер, год производства, наработка на момент продажи и техническое состояние. Дилер обязан за свой счет устранить только внезапно возникающие неисправности в двигателях, коробках перемены передач, главных передачах, гидравлическом оборудовании. Все расходы на запасные части, разборочно-сборочные операции, транспортные издержки (как на доставку техники, так и на проезд специалистов) и затраты на материально-техническое снабжение в пределах Германии дилер берет на себя. Если затраты на ремонт агрегата, стоящего на гарантии, превышают стоимость аналогичного агрегата в обменном фонде или ремонт является невозможным, то дилер заменяет его, относя на свой счет затраты на разборку и сборку и связанные с приобретением обменного узла расходы. Однако потребитель обязан возместить дилеру некоторую часть его расходов в зависимости от наработки машины. Так при наработке 400 часов это составляет – 5,0%, 800 – 15,0%, 1000 – 20,0%, 2000 – 50,0% и свыше 2000 – 60,0%.

В настоящее время основным источником информации о предложениях подержанной техники, а также посредником между участниками вторичного рынка сельскохозяйственных машин выступает Интернет. С его помощью имеется возможность свести вместе продавцов и покупателей не только данной страны, но и разных стран. Тем самым существенно расширяются границы данного сегмента рынка техники. При этом в перспективе просматривается возможность организации глобального рынка.

Вторичный рынок сельскохозяйственной техники в Республике Беларусь пока не получил широкого распространения и по своей структуре, параметрам и эффективности пока существенно уступает такому рынку в странах ЕС и США. Как результат, слабое его влияние на решение актуальных проблем, направленных на поддержание на необходимом уровне технической оснащенности аграрного производства и обеспечение высокого качества отремонтированной техники. Ремонтом подержанных средств механизации отечественного производства, а также поставкой бывших в употреблении машин из-за рубежа с последующей их реализацией занимаются лишь отдельные предприятия, при этом развитие данного сегмента рынка техники носит стихийный характер. Тем не менее, в последнее время все более активными участниками рынка подержанных сельскохозяйственных машин становятся организации РО «Белагросервис», которые в настоящее время предлагают к реализации на вторичном рынке различные виды сельскохозяйственных машин.

В соответствии с информацией, представленной на сайте РО «Белагросервис» наибольший удельный вес в структуре предложения составляют бывшие в употреблении пресс-подборщики (26 %), далее следуют трактора (22 %), комбайны и автомобили (по 11 %) (рисунок 1).

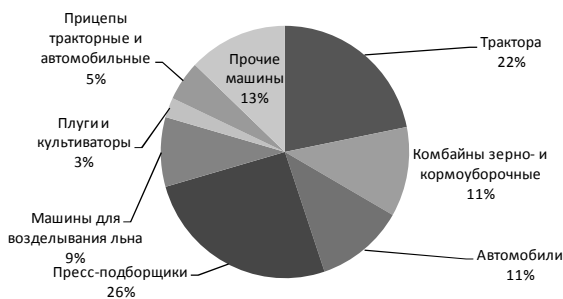


Рисунок 1 – Структура предложения организациями РО «Белагросервис» сельскохозяйственных машин для реализации на вторичном рынке

Существенной проблемой, препятствующей активному развитию вторичного рынка сельскохозяйственной техники в

Беларуси, является низкий спрос со стороны крупнотоварных организаций – основных производителей аграрной продукции в республике. Данный низкий спрос обусловлен двумя основными причинами:

- низкая платежеспособность большинства сельскохозяйственных организаций;
- значительные поставки сельскохозяйственной техники по лизингу.

Иными словами в современной экономической ситуации крупнотоварные сельскохозяйственные организации практически не имеют свободных финансовых средств для закупки техники (даже бывшей в употреблении) и единственным источником обновления МТП для них остается государственный лизинг, осуществляемый, в конечном счете, за счет средств республиканского бюджета.

В этой связи перспективными направлениями реализации бывшей в употреблении техники видятся рынки стран Таможенного союза и, прежде всего, Российской Федерации [2,3].

Большинство машин, используемых в сельскохозяйственном производстве АПК РФ, имеет 70-80-процентный износ, при этом выбытие техники в разы превышает ее приобретение.

В России четко прослеживается тенденция, связанная с развитием вторичной техники. В 2013 году в общем количестве импортированных колесных тракторов в Россию было 23,4% бывших в эксплуатации и 76,6% новых.

Объем импорта как новых, так и бывших в эксплуатации тракторов растет. По новым тракторам рост составил 1,4%, или 164 ед., а по бывшим в эксплуатации – 19,5%, или 588 единиц, т.е. темп роста импорта б/у тракторов более высокий, чем темп роста импорта новых

В структуре импорта новых колесных тракторов в Россию в 2013 году наибольшую долю занимали тракторы мощностью менее 25 л.с.: эта доля составила 71,1%, что на 1,8 п.п. больше, чем в 2012 г. Второй по объему является группа тракторов мощностью от 25 л.с. до 50 л.с. с долей от рынка в 11,9% против 10,3% в 2012 году. Третьей по физическому объему является группа тракторов мощностью более 122 л.с. – в 2013 году она заняла 12% против 17% в 2012 году.

Группы тракторов мощностью от 50 л.с. до 80 л.с., от 80 л.с. до 102 л.с. и от 102 л.с. до 122 л.с. имеют менее 2,1% .

Таким образом, наиболее перспективным направлением для экспорта восстановленных тракторов в РФ являются трактора с мощностью двигателя до 100 л.с. При этом по оценке российских экспертов стоимость восстановленной (модернизированной) сельскохозяйственной техники, поступающей на аграрный рынок, должна быть не более 55-60%.

Помимо тракторов перспективными выглядят поставки новых и бывших в употреблении кормоуборочных и свеклоуборочных комбайнов, а также сеялок. В целом формирование и функционирование вторичного рынка сельскохозяйственной техники в Республике Беларусь должно осуществляться на научно выработанной, единой теоретической и методологической основе.

Исходя из имеющегося отечественного и зарубежного опыта, основными участниками рынка подержанной сельскохозяйственной техники должны стать:

- сельскохозяйственные товаропроизводители – продавцы подержанной (списанной) техники и покупатели подержанных (восстановленных) машин;

- ремонтные предприятия областного и республиканского значения, агросервисные предприятия районного уровня, обладающие необходимым технико-технологическим и экономическим потенциалом для проведения восстановительного ремонта требуемого качества, стоимость которого обеспечивала бы востребованность техники, а также дилерские организации отечественных и зарубежных фирм-изготовителей сельскохозяйственных машин;

- заводы по производству новой техники – поставщики новых запасных частей, узлов и агрегатов.

Причем техника может поступать от одних потребителей сельскохозяйственной техники к другим в следующем техническом состоянии:

- без восстановления потребительских свойств – исправности, работоспособности, ресурса, экономичности и др.;

- прошедшая предпродажную подготовку – от проведения очередного номерного технического обслуживания (ТО-3, ТР) до капитального ремонта и модернизации.

Важной проблемой при взаимоотношениях продавцов и покупателей подержанной сельскохозяйственной техники без изменения потребительских свойств является вопрос определения договорной цены. Как показывают проведенные исследования зарубежного опыта развития вторичного рынка сельскохозяйственной техники, методический подход к определению цены подержанной машины исходя из предпосылок, что остаточная стоимость находится в обратной пропорции сроку службы машины и что остаточная стоимость машины, отслужившей нормативный срок амортизации, равна стоимости металлолома и стоимости деталей, которые еще можно использовать, является неверным.

На основании проведенных исследований разработаны нормативы, отражающие изменение рыночной цены основных видов сельскохозяйственных машин в долях от их первоначальной балансовой стоимости в зависимости от продолжительности эксплуатации и срока службы техники [4]. При этом они установлены не только для отечественных машин, но и для техники производства стран Западной Европы и США, включая: тракторы универсально-пропашные и общего назначения; комбайны зерноуборочные, кормоуборочные и свеклоуборочные самоходные и прицепные; машины картофелеуборочные; погрузчики самоходные и навесные; плуги необоротные и оборотные; культиваторы для основной и предпосевной обработки почвы и пропашные; бороны пружинные и дисковые; луцильники дисковые и лемешные; сеялки для пропашных и зерновых культур; косилки самоходные и навесные; жатки; грабли-ворошилки; пресс-подборщики; машины по внесению органических и минеральных удобрений; опрыскиватели и прицепы тракторные для транспортировки зеленой массы и общего назначения.

Использование нормативов позволит значительно расширить номенклатуру и емкость функционирующего в настоящее время в системе АПК Республики Беларусь рынка подержанной техники, который представлен в основном только отдельными марками тракторов.

Как показывает опыт функционирования вторичного рынка за рубежом, важным при определении стоимости подержанных машин, наряду с продолжительностью их эксплуатации, является

учет интенсивности использования сельскохозяйственной техники. В этой связи стоимость подержанной машины ($P_{п.м.}$) в зависимости от фактической выработки рекомендуется определять по формуле:

$$P_{п.м.} = P_a \left(1 - \frac{T_{\phi}}{T_{уст.}} \right) k_{кр.},$$

где P_a – амортизируемая (балансовая) стоимость машины, млн руб.;

T_{ϕ} – фактическая наработка машины на момент продажи, мото-ч, ч;

$T_{уст.}$ – средний установленный ресурс машины, (мото-ч, ч);

$k_{кр.}$ коэффициент, учитывающий физический износ техники в зависимости от условий хранения (0,9 – хранение в закрытых помещениях; 0,8 – на открытых площадках).

Определение стоимости подержанной техники в зависимости от фактической выработки требует учета ее реальной годовой наработки. Для этого на каждую машину с момента ее приобретения должна быть заведена сервисная книжка, в которой в течение всего периода эксплуатации указываются дата и текущая выработка на момент проведения соответствующего ремонтно-обслуживающего воздействия. При этом в случае, когда фактическая наработка работоспособной машины превысила средний установленный ресурс, стоимость ее реализации должна варьировать в пределах от 10 до 20 % от амортизируемой (балансовой) стоимости.

С учетом средней фактической загрузки техники в сельском хозяйстве Беларуси установлено, что, с экономической точки зрения, на вторичном рынке наиболее целесообразно приобретать сельскохозяйственную технику, продолжительность эксплуатации которой составляет 50 % от минимального срока службы. Так, например, для самоходной техники она будет равна 5 лет.

В то же время в процессе купли-продажи подержанной и восстановленной техники, особенно на первоначальном этапе становления вторичного рынка, возможно возникновение спорных вопросов по определению остаточного ресурса машин, гарантийных сроков безотказной работы. Это требует создания соответствующей сферы услуг, предоставлением которых должны заниматься дилерские и другие агросервисные предприятия, располагающие квалифицированным персоналом, необходимым диагностическим, ремонтно-технологическим оборудованием и

оснасткой, что позволит давать объективное (экспертное) заключение по интересующим вопросам технико-экономического характера о состоянии подержанных (восстановленных) машин.

Механизм поступления от одного потребителя к другому сельскохозяйственной техники, прошедшей предпродажную подготовку, – от проведения очередного номерного технического обслуживания (ТО-3, ТР) до капитального ремонта и модернизации – предусматривает наличие между продавцом и потребителем посредников. При этом в качестве последнего могут выступать агросервисные и ремонтные предприятия как районного, так и областного или республиканского уровня

Обеспечение эффективной работы подобной схемы функционирования на рынке подержанных машин предусматривает следующий организационно-экономический механизм взаимоотношений между ремонтным предприятием и остальными контрагентами.

На первоначальном этапе ремонтное предприятие должно изучить платежеспособный спрос на восстанавливаемую технику посредством проведения письменных переговоров. С этой целью потенциальным покупателям (сельскохозяйственным организациям и другим потребителям) рассылаются предложения, включающие наименование техники, варианты комплектации и ориентировочную цену, условия платежа, срок поставки, а также гарантийные обязательства. Кроме того, указываются необходимые реквизиты для отправки ответов. После их получения комиссией предприятия, включающей главных специалистов, должно быть сделано объективное заключение о том, какое минимальное количество техники будет реализовываться в течение месяца или квартала, устанавливая тем самым размер начальной производственной программы [5].

В дальнейшем, наряду с проведением письменных переговоров, следует осуществлять рекламу своей продукции экономически целесообразными способами, что позволит повысить платежеспособный спрос восстанавливаемых (собираемых) для вторичного рынка сельскохозяйственных машин.

Одновременно с оценкой платежеспособного спроса необходимо изучать предложение подержанных и списанных машин. В письмах потенциальным продавцам указываются марка

сельскохозяйственной машины, требования по ее комплектности, условия и сроки поставки, платежа и др. Не указывается только цена. После получения предложений и первоначального согласования цен на подержанную и списанную технику, устанавливается минимальное число машин (с учетом их качественных характеристик), которое реально можно будет приобрести в течение установленного промежутка времени (месяца или квартала).

Очевидно, что число предложений по продаже подержанной или списанной техники будет в большинстве случаев превышать количество восстановленной, реализуемой заводом. Поэтому определение последнего показателя имеет для ремонтного предприятия первостепенное значение.

После получения заказа на поставку восстановленной (собранной) машины, между сельскохозяйственной организацией – потребителем машины и ремонтным предприятием должен быть заключен двусторонний договор, в котором в обязательном порядке должны быть оговорены следующие аспекты: комплектность и цена машины, срок выполнения заказа, размер авансового платежа, возможность и сроки предоставления рассрочки платежа, гарантийные обязательства завода.

После подписания договора и получения авансового платежа начинается работа по его выполнению. В случае отсутствия на площадке предремонтного хранения подходящей подержанной или списанной машины, осуществляется ее поиск и покупка в установленном порядке.

Затем в соответствии с действующим на предприятии технологическим процессом восстанавливают (собирают) сельскохозяйственную технику.

Причем согласно установленным в договоре обязательствам по комплектации машины новыми узлами и агрегатами, осуществляется их закупка у заводов-изготовителей. Остальные необходимые комплектующие берутся из числа восстанавливаемых на данном предприятии, а также приобретаются у подобных ремонтных организаций, обеспечивающих требуемый уровень качества восстановительных работ.

После проведения обкаточных и покрасочных работ машина (с необходимыми документами) в соответствии с актом приемки-

передачи отпускается заказчику. При этом также подписывается документ, устанавливающий порядок обслуживания техники в гарантийный период ее эксплуатации.

Анализ предлагаемой схемы сугубо с финансово-экономической точки зрения показывает, что существуют объективные причины, сдерживающие ее развитие в плане обеспечения высоких производственных программ. Так, низкая платежеспособность потребителей подержанных (восстановленных) машин обуславливает медленное накопление оборотных средств ремонтного предприятия. В то же время из-за высоких финансовых рисков не представляется возможным привлечение в требуемых объемах кредитных ресурсов на увеличение оборотного капитала. Следовательно, подобная схема ориентирована на работу с уже имеющимися единичными или мелкооптовыми заказами, не позволяет осваивать восстановление (сборку) средств механизации для вторичного рынка под будущие заказы быстрыми темпами. Поэтому эффективность ее функционирования во многом определяется умением управленческого персонала работать с заказчиками, развивая рынки сбыта.

Наряду с этим для данной схемы характерно также возникновение определенных трудностей с проведением гарантийного обслуживания техники, особенно в случаях значительного удаления потребителей от ремонтного предприятия, что не позволяет последнему качественно и в срок устранять неисправности, возникшие по его вине. Подобные обстоятельства вынуждают осуществлять поиск технических центров или других дилерских организаций, готовых вступить во взаимовыгодные партнерские отношения, что является не всегда возможным, или снижать цену реализации для потребителей машин. В результате снижается конкурентоспособность, а значит и востребованность восстановленных (собранных) средств механизации.

Следует отметить, что весьма важной проблемой, обуславливающей востребованность восстановленных сельскохозяйственных машин, является определение верхней границы их стоимости. Как показывают проведенные исследования, а также результаты анкетного опроса, цена восстановленной (собранной) техники для вторичного рынка,

имеющей ресурс на уровне не менее 70 % от новой, должна составлять не более 60 % от стоимости новой машины.

Важным направлением по расширению масштабов деятельности ремонтных предприятий на вторичном рынке является вступление последних во взаимоотношения с лизинговыми компаниями, с предоставлением им восстановленной техники. В свою очередь, лизинговые компании реализуют ремонтным предприятиям по остаточной стоимости поддержанную технику, изымаемую у неплательщиков в соответствии с договором лизинга.

Применение данной схемы будет во многом способствовать решению злободневной проблемы функционирования государственного лизинга, где имеют место значительные задолженности.

Таким образом, для того чтобы переломить отрицательные тенденции и превратить отечественный вторичный рынок сельскохозяйственной техники в эффективный инструмент воспроизводства машинно-тракторного парка, технического оснащения сельских производителей и стимулирования высокого качества восстановленной техники и ремонтно-технических услуг, необходимо принятие ряда мер, требующей разработки республиканской целевой программы.

Широкий и устойчивый круг обслуживаемых сельскохозяйственных товаропроизводителей – необходимое условие получения ремонтными предприятиями и дилерами рентабельной деятельности без экономии на качестве восстановленной техники и ремонтно-технических услуг и без искусственного завышения цен и тарифов.

В основу решения этой задачи могут быть положены различные формы реализации восстановленной техники и ее послепродажного обслуживания, такие как продажа машин в рассрочку, в обмен на машину, требующую ремонта, абонементное обслуживание, бесплатная диагностика технического состояния и др.

Чтобы ускорить восстановление и рост технического потенциала сельскохозяйственных организаций, фермерских хозяйств, должен получить системное и широкомасштабное развитие лизинг восстановленной техники. В основу его организации может быть положена разработанная в двухканальная

модель движения финансовых ресурсов и восстановленных машин. Эта модель предусматривает использование финансовых средств как регионального, так и республиканского бюджета и в отличие от существующего положения обеспечивает приоритетность интересов конечных лизингополучателей восстановленной техники по отношению к лизингодателям. Реализация двухканальной системы финансирования лизинга восстановленной техники позволит по предварительным оценкам довести его объемы до 5-7% от числа выбывших из хозяйств машин и до 7-12% от числа приобретенных ими машин.

Создание на ремонтно-технических предприятиях и у дилеров специализированной маркетинговой службы, укомплектованной не только квалифицированными маркетологами, хорошо знающими особенности вторичного рынка сельскохозяйственной техники данного АПК, но и специально подготовленными инженерами-механиками – необходимое условие обеспечения высокой эффективности маркетинговых исследований. Основоплагающие задачи маркетинговой службы – оценка целесообразности покупки восстановленной машины с точки зрения интересов и мотивов различных категорий сельских производителей и сравнительная оценка качества ремонтно-технических услуг и восстановленной техники своего предприятия и предприятий-конкурентов. Только основываясь на таких оценках, может быть разработана эффективная тактика и стратегия развития и реструктуризации производственной базы, организации производства, приняты правильные решения по организации послепродажного технического сервиса, по ценовой политике, организации сбыта, по рекламной деятельности.

Заключение

1. Для того чтобы переломить отрицательные тенденции и превратить отечественный вторичный рынок сельскохозяйственной техники в эффективный инструмент воспроизводства машинно-тракторного парка, технического оснащения сельских производителей и стимулирования высокого качества восстановленной техники и ремонтно-технических услуг, необходимо принятие ряда мер, требующей разработки республиканской целевой программы.

2. Широкий и устойчивый круг обслуживаемых сельскохозяйственных товаропроизводителей – необходимое условие получения ремонтными предприятиями и дилерами

рентабельной деятельности без экономии на качестве восстановленной техники и ремонтно-технических услуг и без искусственного завышения цен и тарифов.

3. При реализации восстановленной техники и ее послепродажного обслуживания могут быть использованы разнообразные формы, такие как продажа машин в рассрочку, в обмен на машину, требующую ремонта, абонементное обслуживание, бесплатная диагностика технического состояния и др.

Список использованной литературы

1. Баутин, В.М. Формы совместного использования фермерами сельскохозяйственной техники в странах Западной Европы: обзорн. информ. / В.М. Баутин, Э.Л. Аронов // ВНИИТЭИагропром. – М., 1992. – 64 с.

2. Полухин, А.А. Формирование импортонезависимого рынка сельскохозяйственной техники в России на фоне интеграции ЕАЭС и ВТО // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, 12(48), 2015, С. 38-42.

3. Герасимов, В.С. Создание вторичного рынка подержанной сельскохозяйственной техники в агропромышленном комплексе Российской Федерации // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК [Текст]: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию Белорусского государственного аграрного технического университета и памяти первого ректора БИМСХ (БГАТУ), доктора технических наук, профессора В.П. Сулова (Минск, 4-6 июня 2014 г.) : в 2 ч. Ч. 1 / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования "Белорусский государственный аграрный технический университет", Республиканское объединение "Белагросервис"; ред. И.Н. Шило [и др.] ; рец.: В.Н. Дашков, В.В. Азаренко. – Минск: БГАТУ, 2014. - С.335-340

4. Сайганов, А.С. Повышение эффективности функционирования системы производственно-технического обслуживания сельского хозяйства: Монография / А.С. Сайганов; под ред. В.Г. Гусакова. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2012. – 311 с.

5. Методические рекомендации по совершенствованию системы агросервисного обслуживания сельскохозяйственных товаропроизводителей в условиях инновационного развития и модернизации АПК Республики Беларусь. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2016. – 141 с.

Миклуш В.П.¹, кандидат технических наук, профессор;
Сайганов, А.С.², доктор экономических наук., профессор;
Барташевич Л.В.³, кандидат технических наук, доцент;
Барташевич, А.Л.³, начальник управления сервиса и технической
экспертизы

¹⁾ Учреждение образования «Белорусский государственный
аграрный технический университет», г. Минск,
Республика Беларусь,

²⁾ РНУ «Институт системных исследований
в АПК НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь,

³⁾ ОАО «МТЗ», г. Минск, Республика Беларусь

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИЛЕРСКОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Аннотация. В статье рассматриваются опыт, проблемы и перспективы развития дилерской системы технического сервиса в агропромышленном комплексе Республики Беларусь

Ключевые слова: технический сервис, дилерская сеть, гарантийная техника, предпродажная подготовка, послегарантийный сервис, рентабельность, структура затрат, региональные дилерские центры, схема взаиморасчетов.

Annotation. This article discusses the experience, problems and prospects of development of a dealer technical service system in agricultural complex of the Republic of Belarus

Keywords: technical service, dealer network, warranty technician, pre-sales, after-sales service, profitability, cost structure, regional dealerships, the scheme of mutual settlements.

Введение. На современном этапе развития сельскохозяйственной техники, изготовленной по новейшим технологиям и оснащенной сложными электронными системами управления, длительная эксплуатация ее невозможна без своевременного и квалифицированного технического обслуживания и ремонта.

В условиях жесткой конкуренции на мировом рынке сельхозтехники требования к гарантийному и послегарантийному обслуживанию постоянно возрастают, при этом стоимость продукции должна оставаться в своем ценовом сегменте.

В сложившейся ситуации перед заводами-изготовителями энергонасыщенной техники стоит задача организации разветвленной и эффективной сервисной сети для поддержания в работоспособном состоянии выпускаемой ими продукции, как в гарантийный, так и в послегарантийный периоды эксплуатации. При этом основной упор делается на создание оптимального количества дилерских центров, оснащение их современным диагностическим и ремонтно-технологическим оборудованием, внедрение компьютерных информационных систем, подготовку квалифицированных кадров и др.

Основная часть. Создание достаточной и эффективной сервисной сети является задачей сложной и многоаспектной. При этом каждый отдельный аспект необходимо тщательно анализировать применительно к сложившимся производственно-экономическим условиям в стране, финансовым возможностям заводов-изготовителей и эксплуатирующих организаций, наличия машин в парке, территориальных особенностей и др.[1].

Ситуацию с сервисным сопровождением выпускаемой продукции в Республике Беларусь можно проанализировать на примере ОАО «МТЗ».

В настоящее время фирменная сервисная сеть ОАО «МТЗ» включает 25 сервисных центров, которые осуществляют предпродажную подготовку, техническое обслуживание и ремонт выпускаемой заводом продукции в гарантийный и послегарантийный периоды эксплуатации. Количество районов, обслуживаемых одним центром, колеблется от одного (ТУП «Обухово-сервис») до 16-ти (ОАО «Заднепровский межрайагросервис»). Количество единиц гарантийной техники, приходящейся на один сервисный центр находится в пределах от 12 (ОАО «Брагинагросервис») до 700 физ. ед. (ОАО «Заднепровский межрайагросервис»).

В 2015г. средний парк гарантийной техники марки «Беларус» по РБ составлял 3640 физ.ед.

За предпродажную подготовку и гарантийное обслуживание тракторов «Беларус» ОАО «МТЗ» оплачивает дилерским центрам от 3,2% до 5,2% от стоимости единицы техники (в зависимости от

модели), принятой на гарантийное обслуживание. Кроме того, дилерские центры заключают договоры с эксплуатирующими организациями на ремонт тракторов в послегарантийный период, продают запасные части, оказывают услуги по обучению механизаторов и др.

Анализ хозяйственной деятельности дилерских центров показывает, что основную часть их доходов составляют поступления за гарантийное обслуживание техники.

Рентабельность дилерского центра определяется по формуле [2]:

$$P_c = \frac{\sum_{i=1}^n C_{Mi} K_{ГОi} + \sum_{i=1}^n (З_{Pi} + З_{Gi}) + C_{зч} + C_{УП}}{\sum Z_c} \cdot 100\%,$$

где P_c – рентабельность дилерского центра;

C_{Mi} – стоимость обслуживаемой машины i -ой модели;

n – количество машин i -ой модели, принятых на гарантийное обслуживание;

$K_{ГОi}$ – коэффициент отчислений за машину i -ой модели, принятую на гарантийное обслуживание;

$З_{Pi}$ – затраты на предпродажную подготовку машины i -ой модели;

$З_{Gi}$ – затраты на гарантийное обслуживание машины i -ой модели;

$C_{зч}$ – прибыль от продажи запасных частей;

$C_{УП}$ – поступления от реализации услуг потребителям;

$\sum Z_c$ – суммарные затраты дилерского центра по обслуживанию потребителей.

В структуру затрат дилерского центра на предпродажную подготовку и гарантийное обслуживание включаются:

- материалы для выполнения работ (масла, топлива, смазки и др.);
- заработная плата;
- транспортное обслуживание;
- амортизация основных средств и малоценных быстроизнашиваемых приспособлений;
- общехозяйственные расходы;
- общепроизводственные расходы;
- социальное страхование;
- чрезвычайный налог;

- страховые взносы;
- командировочные расходы;
- налог на добавленную стоимость;
- накладные расходы;
- плановые накопления;
- взносы в республиканский фонд поддержки сельского хозяйства.

Так как компенсационные выплаты за гарантийное обслуживание техники составляют 70-80% от общих поступлений денежных средств на дилерские центры, их рентабельность напрямую зависит от численности гарантийного парка машин в зоне обслуживания. Поэтому экономически более сильные и технически оснащенные дилерские центры вытесняют более слабые, расширяя, таким образом, зону обслуживания и увеличивая гарантийный парк.

Например, во всей Могилевской области гарантийную технику марки «Беларус» обслуживают только два дилерских центра – ОАО «Заднепровский межрайагросервис» и ОАО «Кировский райагропромтехснаб». Попытка ОАО «МТЗ» создать в Могилевской области дополнительные дилерские центры не увенчались успехом, поскольку они оказались малорентабельными, не смогли организовать качественное техническое обслуживание и ремонт гарантийной техники и были закрыты.

Тем не менее эффективность работы дилерских центров оставляет желать лучшего. По данным РО «Белагросервис» отказы гарантийной техники марки «Беларус» только в 76,9% случаев устранялись в течение одних суток (как рекомендовано Министерством промышленности Республики Беларусь), 16,6% отказов – в течение 5 суток, 6,5% отказов – свыше 5 суток. Ситуация с устранением отказов негарантийной техники во время проведения массовых полевых работ еще хуже.

Это вызвано, в первую очередь, недостаточной укомплектованностью дилерских центров квалифицированным техническим персоналом, запасными частями, сервисными автомобилями. Из-за больших зон обслуживания, расстояния от дилерских центров до хозяйств достигает более 130 км., снижается оперативность и эффективность работы выездных бригад специалистов, поскольку время в пути часто превышает время на устранение отказов.

Указанное обстоятельство особенно влияет на стоимость работ по обслуживанию послегарантийной техники, что в совокупности с

низкой платежеспособностью эксплуатирующих хозяйств отрицательно влияет на экономику дилерских центров, рентабельность которых за 2014 год в среднем составила минус 3,8%.

Решение создавшейся проблемы путем простого увеличения количества дилерских центров и таким образом сокращения зоны обслуживания, как уже указывалось, приводит к еще большему снижению их рентабельности. Кроме того, создание дополнительных фирменных дилерских центров увеличивает расходы предприятий-изготовителей на их содержание. Выходом из положения может быть создание региональных дилерских центров с сетью филиалов максимально приближенных к эксплуатирующим хозяйствам. Региональные центры могут создаваться на базе экономически сильных сервисных организаций, в том числе и на базе существующих фирменных дилерских центров, которые будут заниматься сервисным сопровождением всей техники разных производителей, эксплуатируемой в регионе, и обеспечивать ее работоспособность в течение всего жизненного цикла.

Другим важным вопросом является организация ремонта техники в послегарантийный период эксплуатации. Организация капитального ремонта сложной сельскохозяйственной техники должно осуществляться на базе существующих ремонтных заводов и региональных дилерских центров с их филиалами. С целью сокращения времени простоев техники в ремонте и снижения его стоимости, ремонт целесообразно производить путем замены крупноузловых сборочных единиц и агрегатов (двигатель, , коробка передач, передний ведущий мост, корпус муфты сцепления в сборе и др.). Для этого на ремонтных предприятиях должны быть созданы обменные фонды сборочных единиц (новых или капитально отремонтированных) для замены вышедших из строя. Неисправные сборочные единицы проходят капитальный ремонт с использованием оригинальных запасных частей, имеющих соответствующие сертификаты (качества, происхождения), или восстановленных деталей по эффективным ресурсосберегающим технологиям, обеспечивающих ресурс не менее ресурса новых.

При отсутствии на ремонтном предприятии необходимого оборудования и квалифицированного персонала, для осуществления восстановления сборочных единиц, последние могут направляться для ремонта на завод-изготовитель.

Эффективность работы ремонтных предприятий также в значительной степени зависит от платежеспособности потребителей. В условиях низкой платежеспособности в мировой практике применяются различные меры поощрения потребителей к обновлению и восстановлению имеющегося у них парка машин:

- кредитование покупки новой техники и ремонта подержанной;

- при покупке потребителем новой техники сдача им подержанной в счет стоимости приобретения, с последующим капитальным ремонтом, бывшей в употреблении техники и продажи ее на вторичном рынке (система «Трейд-ин»);

- частичная оплата приобретаемой техники и ремонта подержанной, сельскохозяйственной продукцией и др.

Указанные меры позволяют стимулировать экономическое развитие, как сельхозпроизводителя, так и сервисных организаций.

Одним из важных условий при организации грамотной эксплуатации и качественного ремонта энергонасыщенной техники является подготовка квалифицированных кадров, оснащение ремонтных предприятий современными технологиями и ремонтно-диагностическим оборудованием.

При создании эффективно работающей сервисной сети важным фактором является организация взаиморасчетов между заводами-изготовителями и сервисными организациями. В мировой практике используются две основных схемы взаиморасчетов:

1. Оплата в виде процента от стоимости принятой на гарантийное обслуживание техники (процентная оплата). По этой схеме завод-изготовитель заключает с сервисной организацией (дилерским центром) договор, согласно которому организации перечисляется определенный процент от стоимости техники, принятой ею на гарантийное обслуживание.

К недостаткам этой схемы взаиморасчетов можно отнести то, что она не позволяет объективно оценить реальный объем выполненных сервисной организацией работ и понесенные при этом трудозатраты. Кроме того, потребитель вынужден проводить техническое обслуживание и ремонт своей техники в гарантийный период только в том дилерском центре, в котором она поставлена на гарантийное обслуживание по договору с заводом-изготовителем. Это в отдельных случаях неудобно для потребителя, так как принадлежащая ему техника может эксплуатироваться далеко от сервисного центра, за которым она закреплена.

2. Оплата по фактически понесенным затратам на техническое обслуживание и ремонт.

В результате проведенных исследований опыта работы мировых производителей сельскохозяйственной техники установлено, что такая схема взаиморасчетов за предоставленные услуги в цепочке «производитель – генеральный дистрибьютор – сервисная организация» является наиболее эффективной. По этой схеме услуги сервисной организации по предпродажной подготовке, техническому обслуживанию и ремонту техники в гарантийный период эксплуатации оплачивает генеральный дистрибьютор или непосредственно завод-изготовитель на основании представленных ему платежных документов. Платежные документы (рекламационные акты, акты выполненных работ и др.) с указанием подробного перечня выполненных работ и израсходованных материалов акцептует завод-изготовитель (генеральный дистрибьютор) на основании установленных нормативов трудоемкости операций по техническому обслуживанию и ремонту.

Помимо оплаты трудозатрат на устранение отказов, производится оплата за использованные при гарантийном ремонте запасные части или за обмен дефектных узлов и деталей на годные. Такая мера позволяет обеспечить 100% использование оригинальных (не приобретенных у третьих лиц) запасных частей при выполнении ремонтов. Кроме того, работа по факту дает возможность обслуживания техники в любом регионе эксплуатации, независимо от места ее приобретения.

Однако, для введения данной схемы работы необходимо иметь нормы времени на выполнение операций технического обслуживания и ремонтно-восстановительных работ (технологические карты) для осуществления акцепта выполненных работ.

Заключение. Анализ научных исследований, обобщение передового отечественного и зарубежного опыта организации технического сервиса позволяет наметить следующие пути совершенствования дилерской системы технического сервиса сельскохозяйственной техники:

1. Создание региональных дилерских центров с сетью филиалов для технического обслуживания и ремонта гарантийной и послегарантийной техники разных производителей, что позволяет:

- оперативно решать вопросы по техническому обслуживанию и устранению отказов сельскохозяйственной техники за счет сокращения расстояний до обслуживаемых хозяйств и, кроме того, позволит снизить стоимость ремонтно-обслуживающих работ;

- обеспечить равномерную загруженность дилерских технических центров в течение всего календарного года, так как техника разных производителей используется в течение года с неодинаковой интенсивностью;

- сократить затраты на оснащение дилерских центров ремонтно-диагностическим оборудованием.

2. Организация на базе имеющихся ремонтных предприятий и региональных дилерских центров капитального ремонта сельскохозяйственной техники с использованием технологии замены сборочных единиц на новые или капитально отремонтированные.

3. Для повышения рентабельности сервисных организаций и стимулирования сельхозпроизводителей к обновлению машинного парка необходимо разработать гибкие формы расчетов при покупке новой и ремонте бывшей в эксплуатации техники, включая:

- льготное кредитование;

- прием старой техники в счет стоимости при покупке новой;

- частичная оплата покупки новой техники и ремонта поддержанной, сельскохозяйственной продукцией и др.

4. При расчетах заводов-изготовителей с сервисными организациями за гарантийное обслуживание техники, внедрить систему оплаты по фактически понесенным затратам вместо процентной оплаты.

5. Для повышения эффективности и качества выполняемых работ при техническом обслуживании и ремонте, организовать систематическое обучение инженерно-технического персонала дилерских центров современным методам диагностики и восстановления неисправности машин.

Список использованной литературы

1. Миклуш, В.П. Организация технического сервиса в агропромышленном комплексе учеб. пособие / В.П. Миклуш, А.С. Сайганов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 607с.

2. Сайганов, А.С. Повышение эффективности функционирования системы производственно-технического обслуживания сельского хозяйства: Монография / А.С. Сайганов; под ред. В.Г. Гусакова. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2012. – 311 с.

3. Методические рекомендации по совершенствованию системы агросервисного обслуживания сельскохозяйственных товаропроизводителей в условиях инновационного развития и модернизации АПК Республики Беларусь / А.С. Сайганов [и др.]. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2016. – 141 с.

Соловьев С.А.¹, директор, доктор технических наук, профессор;
Герасимов, В.С.¹ зав. лабораторией;
Игнатов В.И.¹, научный консультант, кандидат технических наук;
Буряков С.А.¹ старший научный сотрудник;
Миклуш В.П.², кандидат технических наук, профессор
<sup>1) ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-
тракторного парка», г. Москва, Россия,
<sup>2) Учреждение образования «Белорусский государственный
аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь</sup></sup>

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. В статье обоснована необходимость проведения утилизации сельскохозяйственной техники, представлена модель ценообразования, позволяющая оценить целесообразность проведения капитального ремонта машин и их составных частей.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, утилизация, отходы производства, капитальный ремонт, ремфонд, износ деталей, предельное состояние, ресурсосбережение, остаточный ресурс, стоимость.

Annotation. In the article the necessity of recycling of agricultural machinery, presented a pricing model that allows to assess the feasibility of capital repair machines and their parts.

Keywords: agricultural machinery, recycling, waste production, repair, overhaul, wear, ultimate limit state, saving, residual life, cost.

Введение. Целесообразность и необходимость утилизации сельскохозяйственной техники, выработавшей свой ресурс, определяется не только исходя из её технических характеристик, но и тем, что по мере старения наблюдается непрерывное снижение эффективности её использования (производительность, мощность и т.п.). Не менее важным аспектом является безопасность техники с низкими техническими характеристиками, так как уровень риска при ее использовании достигает критических значений.

Использование изношенной сельскохозяйственной техники может привести к низкому уровню выполнения посевных, уборочных и других сельскохозяйственных работ, связанных с временными характеристиками, а это скажется на будущем урожае и, несомненно, повлечёт за собой целый ряд негативных последствий, как для владельцев техники, так и для государства в целом. В этой связи сельскохозяйственную технику приравнивают к стратегическому виду техники, которая решает задачи продовольственной безопасности и на поддержание её технических характеристик государство и владельцы расходуют значительные финансовые средства.

Основная часть. В период существования СССР обеспечение своевременности выполнения сельскохозяйственных работ при использовании техники с большими сроками эксплуатации обеспечивалось:

- резервированием сельскохозяйственной техники;
- проведением плановых капитальных ремонтов.

Так как в настоящее время парк сельскохозяйственной техники в России сократился более чем в 3 раза, первое направление является невозможным, а второе из-за резкого сокращения ремонтной базы, ее низкого уровня технической оснащенности, высокой стоимости капитального ремонта также стало труднодоступным для сельскохозяйственных товаропроизводителей.

В результате этого в АПК используется значительное количество морально и физически устаревшей техники, технические характеристики которой не соответствуют важности выполняемой с её помощью работ (таблица).

Несмотря на оказываемую помощь организациям АПК со стороны государства, обновление техники идёт крайне медленно. Как показывает практика, в настоящее время в АПК России обновлению техники подвергается около 3% от общего парка машин. В результате этого ситуация с использованием физически и морально устаревшей техники продолжает оставаться напряжённой.

Таблица – Возрастной состав некоторых видов сельскохозяйственной техники, %

Вид техники	менее 5 лет	от 5 до 10 лет	более 10 лет
Тракторы	12,0	20,4	67,6
Комбайны	16,1	27,3	56,6

Владельцы, не имея возможности приобрести новую технику, вкладывают в ремонт имеющейся у них устаревшей техники большие финансовые средства. Вместе с тем, обеспечение восстановления ресурса 80% и выше от номинального при капитальном ремонте машины в целом (или отдельных агрегатов и узлов) на существующих в настоящее время специализированных ремонтных является практически неосуществимой задачей.

Наиболее рациональным направлением изменения этой ситуации является утилизация устаревшей техники и приобретение новой, что практикуется в большинстве стран с развитым сельскохозяйственным производством. Однако в эта аксиома в условиях России не находит пока практической реализации по многим причинам.

Основной из них является экономическая несостоятельность мелких и средних сельхозтоваропроизводителей, которые составляют в настоящее время подавляющее большинство предприятий и вынуждены «латать дырки» в имеющемся машинно-тракторном парке, а затем использовать этот ненадёжный парк при проведении сельскохозяйственных работ.

В результате приобретение новой техники откладывается «до лучших времён». Этот отложенный спрос отрицательно влияет на заводы-изготовители, которые осуществляют перспективное планирование производства, исходя из показателей надёжности выпускаемой техники и сроков эффективного её использования. В результате продления фактических сроков службы техники сокращается спрос на новые машины. Затянувшийся процесс использования морально и физически устаревшей техники приводит к тому, что заводы-изготовители в настоящее время находятся в преддефолтном состоянии.

Поэтому и производители, и потребители техники каждый по-своему должны быть заинтересованы в обновлении парка используемой техники и, что вполне логично, должны искать и находить взаимовыгодные пути решения общих проблем, т.е. всемерно способствовать развитию системы утилизации устаревшей сельхозтехники и замены её новой, более производительной.

При этом потребители устаревшей техники должны понять, что ремонт физически, а тем более морально устаревшей техники, экономически невыгоден.

Производители новой техники (которые в соответствии с ФЗ РФ «Об отходах производства и потребления» и других нормативных актов должны обеспечивать её утилизацию и создание инфраструктуры для проведения этого вида работ) должны взять на себя инициативу и использовать экономические и организационные механизмы для создания взаимовыгодных условий проведения утилизации устаревшей техники.

Несомненно, что вопрос ремонтировать или утилизировать, должен решаться на основе экономического анализа каждого из вариантов.

Оценить границы целесообразности проведения капитального ремонта агрегата или машины в целом можно с помощью модели ценообразования [1]. Рассмотренная ниже модель при всей своей простоте позволяет объективно определить эти границы и момент вывода техники из эксплуатации с целью её утилизации и замены на новую, более производительную.

В качестве базовой характеристики в этой модели выбраны затраты (цена, себестоимость) ремонта C .

В общем случае затраты на проведение ремонта машины, имеющей определённый уровень износа j , можно представить состоящей из двух слагаемых: из постоянных $C_{ном}$ и переменных $C_{пер,j}$ затрат:

$$C_j = C_{ном.j} + C_{пер.j}$$

Считаем, что затраты $C_{ном.j}$ связанные с проведением ремонтных работ (моечно-очистные, разборочно-сборочные, дефектовочные, комплектовочные) практически не зависят от состояния объекта ремонта и их можно считать постоянными. Они складываются из заработной платы рабочих, затрат на содержание и эксплуатацию оборудования, сырья и материалы, т.е. из «стандартных» статей расходов, которые при необходимости легко калькулируются (рисунок 1). К этой составляющей затрат на ремонт может быть отнесена и стоимость обязательно заменяемых при ремонте деталей, деформируемых при разборке метизов и мелких оригинальных деталей. Их стоимость относительно невелика и составляет около 1...2% от стоимости объекта ремонта.

Переменные затраты складываются из цены новых деталей C_j которые заменяются при ремонте и стоимости восстановленных деталей B_j которые целесообразно восстанавливать и повторно

использовать. Стоимость восстановления деталей также можно прокалькулировать.

Затраты на ремонт каждого из нескольких объектов одного и того же вида будут различными и будут зависеть от уровня износа j объекта ремонта.

Интерес представляют два граничных состояния объекта ремонта: *A* и *B*.

Первая гипотетическая ось *A* соответствует затратам на ремонт объекта ремонта, износ которого практически равен i -му значению и близок к нулю. Такое допущение вполне возможно, поскольку объём изношенных на этот момент материалов не превышает 0,1...0,2% от массы объекта ремонта.

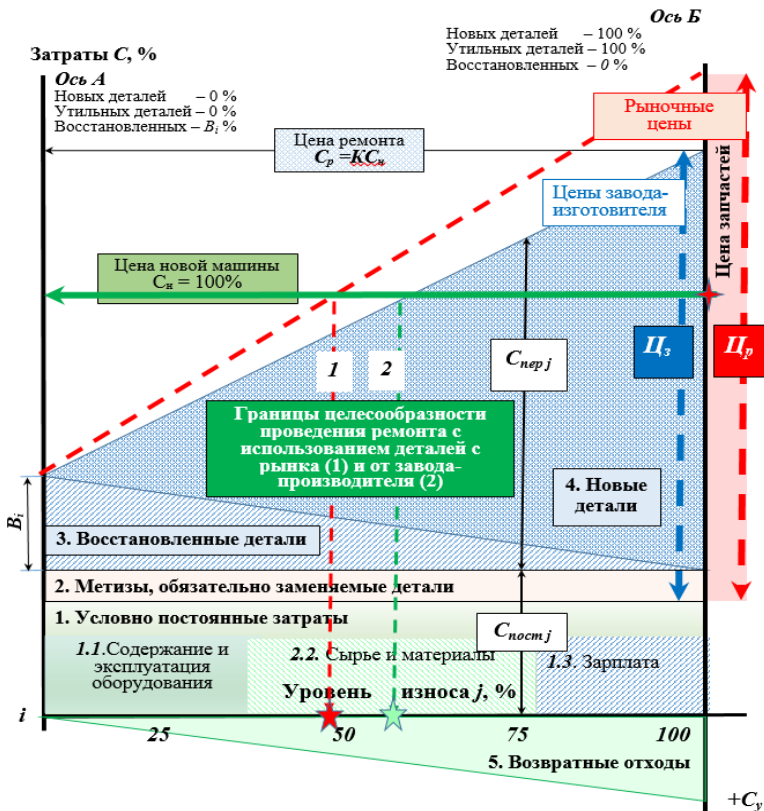


Рисунок 1 – Модель ценообразования при проведении капитального ремонта машины (агрегата)

В этом случае для обеспечения требуемого уровня послеремонтного ресурса R_p (по нормативам $R_p \geq 0,8$) достаточно восстановить ресурс всех деталей и использовать их при сборке объекта ремонта, затратив на это сумму B_i .

По мере эксплуатации и протекания в объекте ремонта износных явлений, количество деталей, восстановление которых целесообразно, будет уменьшаться и при 100% износе таких деталей не останется. Под 100%-м износом будем понимать невозможность повторного использования всех деталей и других компонентов, имеющихся в рассматриваемой машине

Это состояние отражает вторая гипотетическая ось **Б**. Спецификой этого состояния является то, что при попытке проведения работ по возвращению данного объекта ремонта в эксплуатацию придётся провести комплекс ремонтных работ (п. 1 на рисунке 1) и затратить на это определённые средства. После этого потребуется приобрести полный комплект новых деталей и собрать машину (узел, агрегат) заново, а возвратные отходы (негодные детали) сдать в утиль, получив от утилизации этих отходов определённую сумму C_p .

Вполне понятно, что задолго до такого состояния машина становится не только неработоспособной, но и неремонтопригодной. И вопрос определения границ целесообразности выведения машины из эксплуатации для проведения ремонта или её утилизации является жизненно важным как для потребителей машин, так и их производителей.

Использование рассмотренной выше модели ценообразования позволяет в первом приближении проанализировать факторы, влияющие на граничные значения целесообразности проведения ремонта и определить момент выведения машины (агрегата) из эксплуатации и осуществления её утилизации.

В общем случае основным фактором, определяющим границы целесообразности проведения ремонта машины, является стоимость новой аналогичной машины на момент принятия решение данного вопроса.

Если известны значения затрат по осям **А** и **Б** (рисунок 1), а также цена новой машины C_n , то можно определить уровень износа, т.е. предельного технического состояния (в процессе приёмки, диагностирования или дефектации), при котором

производить ремонт становится нецелесообразно. При этом, как видно из рисунка, стоимость проведения «восстановительного» ремонта при $j=100\%$, будет превышать стоимость новой аналогичной машины, как минимум на стоимость проведения предварительных ремонтных работ.

Необходимо также учитывать тот фактор, что стоимость комплекта деталей, требующихся для проведения ремонта при уровне износа j , будет зависеть, при всех прочих равных условиях, от источника их получения. Общеизвестно, что рыночная цена деталей C_p существенно превышает их цену на заводе-изготовителе C_z на 10-20 и более процентов.

На рисунке 1 показаны два варианта приобретения запчастей: по рыночным ценам C_p (1) и по ценам завода-производителя данной машины C_z (2).

Исходя из этого, граница целесообразности проведения капитального ремонта при варианте (1) смещается влево от второго варианта, когда для ремонта используются запасные части, поставляемые заводом-изготовителем, т.е. в сторону уменьшения предельного значения j .

Модель показывает, что границы целесообразности проведения капитального ремонта машины (агрегата) колеблются в зависимости от стоимости запчастей, в пределах 50...60%. Соответственно, остаточный ресурс машины, которую по экономическим соображениям целесообразно не ремонтировать, а отправить на утилизацию, составляет от 40 до 50%.

Это обстоятельство является основной причиной того, что у собственников техники «не поднимается рука» отправить такую технику в утилизацию. Она чаще всего используется в качестве «ремфонда»: по мере надобности с неё снимаются годные детали и используются в качестве ремфонда для восстановления других машин. А поскольку период хранения таких машин может исчисляться годами, то с учётом небрежного хранения старение этого «ремфонда» интенсифицируется и через 2-3 года «ремфонд» превращается в груды отходов, малопригодных даже для утилизации.

Эксплуатация оставшегося парка устаревшей техники после её ремонта с использованием такого «ремфонда» способствует как снижению технического потенциала собственника, так экономических показателей хозяйства в целом. На поддержание

техники в работоспособном состоянии даже с минимально допустимыми значениями параметров технического состояния потребуются значительные затраты финансовых средств. В конечном итоге потенциальные возможности хозяйства в приобретении новой техники продолжают снижаться и приближаются к нулю, а в перспективе оно может остаться без работоспособной техники, и обречено на банкротство.

Несмотря на такое положение дел, утилизация сельскохозяйственной техники и обновление парка машин, которые является проблемой государственного значения, до настоящего времени не решаются.

Как показывает практика эксплуатации техники в сельскохозяйственном производстве, собственники техники не имеют экономических стимулов для передачи техники, имеющей 40...50 процентов остаточного ресурса (и, соответственно, достаточно большого количества годных деталей) в утилизацию. Результатом является практически полная потеря остаточного ресурса и стоимости устаревшей техники, которая хранится в качестве ремонтного фонда и теряет товарную привлекательность.

До настоящего времени заводы-изготовители (производители техники), агитируя потребителей приобретать новую технику и «соблазняя» их утилизационной премией (которая выплачивается из средств госбюджета), не проявляют заинтересованности в вопросах реальной ее утилизации. Для приобретения новой техники покупатель должен предоставить документ о списании техники и заплатить продавцу сумму, равную стоимости машины, минус утилизационная премия. При этом величина премии, по мнению собственников устаревшей техники, существенно ниже остаточной стоимости заменяемой машины. Даже тот факт, что продавец, чаще всего, не требует от покупателя передачи ему списанной машины, не является решающим и существенного роста объёмов продаж новой техники даже при таких льготных условиях, не наблюдается.

Но самое главное, что при таком подходе списанная техника не подвергается утилизации, т.е. проблема ресурсосбережения и экологии, которые должна обеспечить утилизация выведенной из эксплуатации техники, остаются нерешёнными. При этом производитель уклоняется от определённых российским законодательством обязанностей по организации и проведению утилизации производимой им техники. В тоже время компоненты

списанных машин могли быть использованы производителями техники как запасные части.

В соответствии с действующим законодательством производитель техники обязан обеспечивать потребителей техники запасными частями в течении 10 лет после снятия ее с производства. Такой подход к остаточному ресурсу отработавшей свой срок техники может стать основой для взаимовыгодных отношений между производителями и потребителями, а также послужить базой для создания системы утилизации сельскохозяйственной техники. Структурная схема такого взаимодействия показана на рисунке 2.

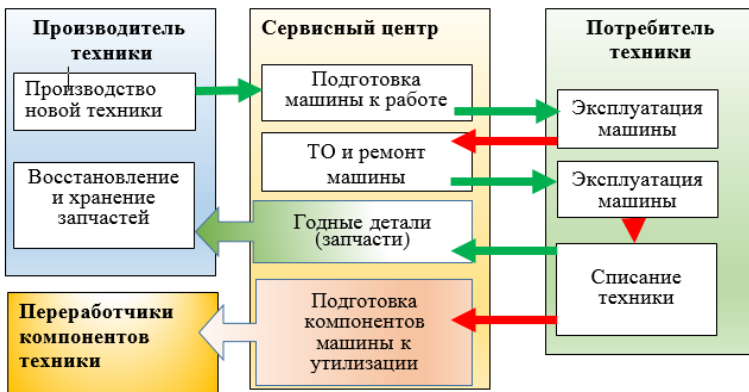


Рисунок 2 – Структурная схема взаимодействия производителя и потребителя в вопросах обновления парка сельхозмашин и их утилизации

Завод-производитель через свои сервисные центры, продаёт потребителю и готовит в этих же центрах машины к эксплуатации. В свою очередь потребитель машин осуществляет их эксплуатацию и с помощью сервисного центра поддерживает машины в надлежащем состоянии, проводя их техническое обслуживание и ремонт.

Работники центра, в соответствии с инструкциями завода-производителя, оценивают состояние каждой конкретной машины и дают рекомендации по проведению капитального ремонта машины (агрегатов, узлов) или её списанию. При этом определяются затраты на ремонт и остаточная стоимость машины в

случае её утилизации, а также цена приобретения новой с учётом ее остаточной стоимости и утилизационной премии.

В случае согласования условий утилизации (определение остаточной стоимости «старой» и цены новой машины) с компетентными представителями завода, работники сервисного центра осуществляют разборку машины, отсортировывают по группам детали, пригодные для повторного использования и осуществляют работы по подготовке оставшихся компонентов машины для реализации переработчикам (металлолом, аккумуляторы, шины и пр.).

Годные детали (агрегаты, узлы) после соответствующей подготовки (восстановления) могут использоваться самим сервисным центром в качестве ремонтного фонда, либо транспортироваться на завод-изготовитель. Накопление, восстановление и хранение таких деталей (агрегатов, узлов) может снизить объёмы производства запасных частей и обеспечивать нужды других потребителей, использующих аналогичную технику.

Одним из вариантов ресурсосбережения является создание заводом-производителем или другим физическим (юридическим) лицом специализированных ремонтных предприятий по восстановлению работоспособности составных частей машин, которые имеют на момент их списания относительно низкий уровень износа и их ремонт экономически целесообразен (рисунок 1).

Целесообразность такого варианта ресурсосбережения доказана опытом технически развитых стран ЕС и США. Так, например, на ремонтных заводах John Deere Reman в Канаде производится капитальный ремонт агрегатов производимой фирмой техники. В преамбуле к видеоролику говорится: *«Мир меняется. Бизнес меняется. Интересы меняются. Старые взгляды должны меняться. John Deere Reman открывает новые пути. Берёт старые компоненты и делает их новыми»* [2].

На рисунке 3 показаны координаты 12-ти видеороликов, на которых можно познакомиться с опытом ремонтного завода John Deere Reman, на котором осуществляется восстановление составных частей (агрегатов и узлов) тракторов John Deere.

Ремонтный фонд поставляется на завод дилерами John Deere. При этом если он полнокомплектный и соответствует требованиям приёмки, то дилерам выплачивается полная его стоимость. В противном случае дилер получает часть стоимости, соответствующей состоянию объекта ремонта.

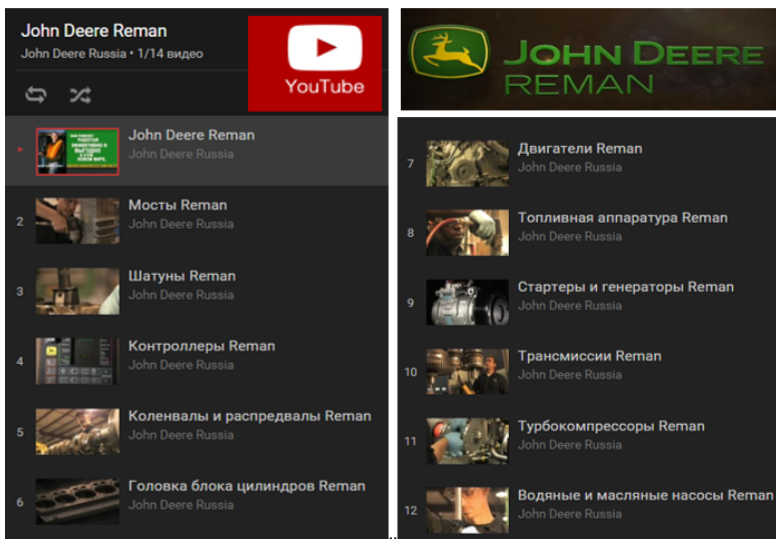


Рисунок 3 – Видеоролики с технологией ремонта компонентов машин John Deere

Ремонтный завод получает агрегаты и узлы в различном техническом состоянии.. Некоторые из них не восстанавливаются на данном заводе, накапливаются и отправляются на другие ремонтные предприятия фирмы или на заводы -производители данных агрегатов и узлов.

Как видно из опыта зарубежных стран, предлагаемая выше схема взаимодействия производителя и потребителя в вопросах обновления парка машин и их утилизации (рисунок 2) уже давно успешно применяется производителями сельскохозяйственной техники в других странах и может быть реализована и в России.

Именно в этом направлении ведутся работы по формированию системы утилизации сельскохозяйственной техники в ГОСНИТИ. В настоящее время готовится технологическая и экономическая база для реализации этого направления на региональном уровне.

Список использованной литературы

1. Игнатов, В.И. Научные основы формирования стратегии технического обслуживания и ремонта лесных машин / В.И. Игнатов, Н.С. Еремеев, А.А. Селиванов. – М.: МГУЛ, 2000. – 315 с.
2. John Deere Reman. [https : // youtu.be / MjtPG8CymA?list = PL8A2B1272E2B9650E](https://youtu.be/MjtPG8CymA?list=PL8A2B1272E2B9650E).

УДК 631.3

Герасимов, В.С.¹, зав. лабораторией;
Игнатов В.И.¹, научный консультант, кандидат технических наук;
Буряков С.А.¹ старший научный сотрудник;
Миклуш В.П.², кандидат технических наук, профессор;
Сайганов А.С.³, доктор экономических наук., профессор

¹*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка», г. Москва, Россия*

²*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

³*РНУП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь*

КОНЦЕПЦИЯ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ОТРАСЛЕВОЙ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. В статье изложены основные организационно-технологические принципы создания отраслевой системы утилизации сельскохозяйственной техники, представлены наиболее значимые параметры системы обращения с отходами производства и потребления.

Ключевые слова: концепция, утилизация, сельскохозяйственная техника, утилизационный сбор, отходы, рециклинг, законодательная база, система, компоненты, ремонтно-технические предприятия.

Annotation. In the article the basic organizational-technological principles of the industrial system of recycling of agricultural machinery, presents the most significant parameters of the waste management system of production and consumption.

Keywords: concept, recycling, agricultural machinery, recycling, waste, recycling, legislation, system, components, repair and maintenance company.

Введение. Последние десятилетия развития общества характеризуются высокими темпами урбанизации и интенсификацией промышленного производства, которые, наряду с

повышением общего уровня жизни людей, способствуют росту отходов жизнедеятельности населения планеты. Объёмы этих отходов растут в 3-4 раза быстрее, чем само население. Отходы производства и потребления (далее – отходы) начинают создавать угрозу экологии не только для технически развитых стран, но и для всего населения земли. Воздействие этих отходов на природу и человека снижает общий эффект использования производимой продукции, ухудшает комфортность жизни всей флоры и фауны Земли.

Одной из проблем, с которой столкнулись технически развитые страны в процессе развития промышленности, является необходимость утилизации выводимой из эксплуатации техники (ВЭТ). Устаревшая техника, требующая утилизации, содержит большое количество материалов, поддающихся рециклингу и повторному использованию, а также ряд опасных для флоры и фауны компонентов. При этом процесс получения большинства материалов, при трудозатратах, в разы меньших по сравнению с переработкой коммунальных и твёрдых бытовых отходов (КиТБО), позволяет рециклировать до 95% и более массы техники. С учётом того, что автомобильная, самоходная и другие виды техники на 70...90% состоит из металлов, правильная ее утилизация решает не только экологические проблемы, но и проблемы ресурсосбережения. При этом решаются как задачи государственной важности, так и обеспечивается достаточная прибыльность большинству предприятий, занимающихся утилизацией техники.

Практически во всех странах, имеющих большой парк машин и оборудования, а тем более в странах-производителях техники, созданы и успешно функционируют системы её утилизации. Непосредственное участие в обеспечении эффективного функционирования таких систем принимает правительство стран, обеспечивая участников утилизации нормативно-законодательной базой и, при необходимости, экономической поддержкой.

Проведенные исследования в АПК России и в других странах СНГ показали, что утилизация проводится с нарушением общепринятых требований к экологии и ресурсосбережению. Это приводит к интенсивному загрязнению среды обитания населения и потерей огромного количества материалов, содержащихся в

технике, которые в лучшем случае вывозятся на санкционированные полигоны захоронения отходов, в худшем – рассредоточиваются на просторах стран, нанося вред экологии.

До настоящего времени, несмотря на сформированную в последние годы нормативно-законодательную и экономическую базу в государственном формате, не создана Единая система утилизации отходов производства и потребления, которая бы объединяла системы утилизации КиТБО и различных видов техники.

Тем не менее, условия для перелома существующего отрицательного тренда развития утилизации техники на положительный к настоящему моменту созданы. Данная работа направлена на анализ и использование этих условий для разработки Концепции и организационно-технологических принципов создания отраслевой (видовой) системы утилизации сельскохозяйственной техники (далее – Концепция).

Основная часть. Нарастание темпов развития промышленности требует увеличения добычи невозполнимых природных ресурсов, что приводит к их истощению и в ближайшей исторической перспективе грозит «свёртыванием» промышленности со всеми вытекающими последствиями. К настоящему времени практически все разведанные ранее месторождения истощены или близки к этому.

По подсчётам ряда исследователей, даже с учётом новых месторождений, многие виды полезных ископаемых (нефть, металлы) истощатся в ближайшие 50-70 лет.

Уже в настоящее время разрабатываются проекты колонизации близлежащих планет с целью доставки и пополнения природных ресурсов с целью возмещения истощающихся ресурсов Земли для обеспечения поддержания жизни на планете на приемлемом уровне. Однако, практическая реализация таких проектов может затянуться на многие десятилетия и даже столетия.

Единственным путём продления срока использования природных ресурсов Земли на текущем этапе развития мирового сообщества считается:

- снижение интенсивности их добычи;

- повторное использование уже добытых материалов, которые извлекаются из продукции после окончания срока её использования или вывода из эксплуатации.

На этот путь защиты окружающей среды обитания от негативного воздействия отходов различного типа и ресурсосбережения встали все технически развитые страны мира. Такого рода работы требуют от правительства всех стран больших средств, расходуемых на снижение уровня негативных воздействий отходов на природу и человека. Но, несмотря на эти расходы, руководство этих стран считает данный путь безальтернативным и уже многие десятилетия создаёт благоприятный экономический климат и законодательную поддержку предприятиям. Эта поддержка касается как производителей продукции, которые на производственных этапах её создания должны разработать технологии утилизации после её использования, так и предприятий, непосредственно участвующим в процессах утилизации продукции.

Для эффективного функционирования этой системы в различных странах разработан ряд нормативных актов, в которых сформированы требования к проведению утилизации техники и к взаимоотношениям между участниками системы, возникающим в процессе проведения утилизации.

Над созданием и совершенствованием этих технологий работают большие коллективы учёных во многих странах. В этих странах на данный момент уже сформировалась общепризнанная новая отрасль – *рециклинг отходов*. Эта отрасль, благодаря лояльной политике руководства стран и усилиям научных работников, успешно решает проблемы экологии и ресурсосбережения, обеспечивает участникам утилизации отходов высокий уровень рентабельности, соизмеримый с такими отраслями, как машиностроение.

Система утилизации отходов производства и потребления способствует созданию большого количества рабочих мест и снижению социальной напряжённости в странах, где эта система работает.

В настоящее время имеется достаточно много работ, посвящённых анализу зарубежного опыта утилизации техники и

предложений по адаптации этого опыта к условиям России и другим странам СНГ.

Прибыльность зарубежных утилизационных предприятий и важность решаемой проблемы даёт стимул для разработки и внедрения рациональных технологий утилизации в этих странах.

В России с недавнего времени начаты работы на федеральном уровне, направленные на утилизацию техники. Однако, сложная экономическая ситуация, ресурсное направление экспорта и пр. угрозы не позволяют стране сделать резкий рывок и создать аналогичные Системы, которые успешно функционируют в развитых странах. Несмотря на то, что создание системы утилизации некоторых видов техники (колёсных транспортных средств и самоходной техники) декларируется в ряде федеральных законов и др. нормативных актах России, до настоящего времени нет целенаправленной работы в государственном формате по форсированному созданию системы утилизации выведенной из эксплуатации техники.

Предлагаемая Концепция определяет целесообразность создания в России видовой (отраслевой) Системы утилизации сельскохозяйственной техники (далее Система) как составляющей Системы рециклинга компонентов техники (СРКТ), которая, в свою очередь, является элементом Единой системы обращения с отходами производства и потребления (ЕСОО).

Концепция раскрывает цель, задачи, последовательность их достижения и решения, а также организационно-технологические принципы создания этой Системы с учётом специфики данного вида техники и возможностей её интеграции в ЕСОО.

Целью создания Концепции является формирование основных технико-экономических параметров Системы, выявление общих и специфических условий для интеграции её в ЕСОО.

В рамках достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определение целесообразности разработки, места данной Системы и возможностей её интеграции в СРКТ и ЕСОО;
- определение границ действия специфических особенностей системы утилизации сельскохозяйственной техники (СХТ);
- определение стратегии и сценариев развития Системы

- определение основных параметров Системы и разработка методики расчёта их величин;
- определение потенциальных исполнителей утилизации СХТ, имеющих на настоящий момент материально-техническую базу;
- определения имеющихся путей снижения объёмов инвестиций для создания Системы.

Борьба с отходами имеет многовековую историю. Специалисты утверждают, что самая первая из известных науке свалок датируется тремя тысячами лет до нашей эры. Она была расположена на острове Крит, недалеко от столицы древнего критского государства города Кнос. Мусор сбрасывался в большие ямы, которые потом на разных уровнях присыпали землей.

Для регулирования процесса обращения с отходами уже много столетий используются различные меры, в том числе законодательные. Приблизительно за 500 лет до нашей эры в Афинах был издан первый из известных эдикт, запрещающий выбрасывать мусор на улицы, предусматривающий организацию специальных свалок и предписывающий мусорщикам сбрасывать отходы не ближе чем за милю от города.

За прошедшие 25 веков локальная проблема отдельных городов превратилась в общемировую. Современные жители промышленно развитых стран буквально задыхаются (в полном смысле этого слова) не только от отходов различного рода производств, но и от отходов потребления. С каждым годом проблема отходов становится все более серьезной.

Стремительное образование все большего количества отходов является предметом беспокойства правительства всех стран. Ежегодно только в странах-членах ЕС образуется около 1,3 млрд. т отходов, т.е. 3,5 т на каждого жителя. Этот объем включает муниципальные, промышленные и другие виды отходов, за исключением сельскохозяйственных [2].

В технически развитых странах более полувека назад уже были сформированы достаточно жёсткие требования к технологиям и организации утилизации отходов. Так в Германии закон по утилизации отходов был принят в 1972 г., а закон об отходах – в 1986 г. В 1996 году был принят закон о содействии хозяйственному обороту и обеспечении безопасного для окружающей среды удаления отходов. Данный закон закрепил ответственность

производителя за утилизацию выпущенной им продукции после потери ею потребительских свойств [3].

В настоящее время предмет и сущность правового регулирования обращения с отходами играет важную роль в политике Европейского Сообщества. С этой целью в период с 1972 по 1993 г. в ЕС было утверждено несколько программ действий по защите окружающей среды от отходов.

Россия, как и другие страны СНГ также столкнулась с проблемой утилизации отходов и постепенно решает её, используя опыт государств, добившихся определённых успехов в решении этой проблемы.

По данным официальной статистики, в России только в 2010 г. образовалось от 3,7 до 3,9 млрд тонн отходов (рисунок 1). Объёмы отходов постоянно растут. Из этого количества промышленной переработке подвергается от 1,3 до 3%, остальное вывозится на свалки и полигоны для захоронения. Утилизируемые отходы представляют собой серьёзный источник загрязнения.

В настоящее время Российская Федерация значительно отстаёт от развитых стран в вопросах регламентации и соблюдения международных требований к обращению с отходами. Только в 1998 г. в России (через 12 лет после Германии) был утверждён Федеральный закон № 89 ФЗ «Об отходах производства и потребления» [1].

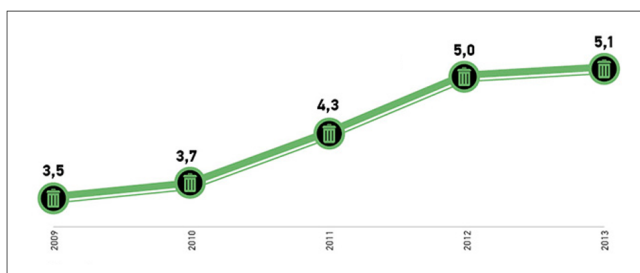


Рисунок 1 – Динамика изменения объёмов образования отходов в России

За время действия закон постоянно дорабатывался. К настоящему моменту утверждено большое количество поправок в этот закон, в том числе касающихся утилизации техники.

В 2014 г. в закон «Об отходах производства и потребления» внесли важную поправку, касающуюся применения к отходам

принципа «загрязнитель платит», который используется во всём мире. Эта поправка законодательно закрепила ответственность производителя за утилизацию выпущенной им продукции (в том числе техники) после потери ею потребительских свойств.

В 2012 г. был введён утилизационный сбор на колёсную технику, а в 2014 г. – на самоходную. Это говорит о том, что Россия, вслед за другими странами, признало ВЭТ отдельным видом отходов.

Введение этих поправок создало экономическую и законодательную базу для вовлечения этих видов отходов в Единую систему обращения с отходами производства и потребления.

Общую схему утилизации ВЭТ, можно рассматривать как комплекс работ, состоящий из 6 этапов (рисунок 2).

Как видно из рисунка, общая структура выполняемых работ по утилизации КиТБО мало чем отличается от работ по утилизации ВЭТ.



Рисунок 2 – Общая схема обращения с отходами производства и потребления применительно к ВЭТ и КиТБО

1 этап – проведение работ по сбору утилизационного фонда: КиТБО или ВЭТ, который затем размещается и хранится на определённых площадках в определённых объёмах

2 этап – проведение подготовительных работ, сортировки и подготовки компонентов к отправке потребителю (к реализации).

3 этап – транспортировка. Этот этап является связующим звеном между исполнителями всего комплекса утилизационных работ. Логистика является одним из наиболее затратных этапов системы утилизации как КиТБО, так и ВЭТ. При этом технологии транспортировки и применяемое транспортное оборудование для этих видов отходов имеют определённые различия. Но в обоих случаях транспортировка осуществляется многократно и обеспечивает перемещение к площадкам сбора, оттуда на объекты сортировки, транспортировку отдельных компонентов отсортированных и предварительно подготовленных компонентов (материалов) к переработчикам для их рециклинга, далее – к потребителям рециклированных материалов, а также перемещение отходов утилизации на места захоронения.

При этом технологии транспортировки и транспортное оборудование, применяемое на первых двух этапах утилизации для КиТБО и ВЭТ, имеет существенные отличия. На остальных этапах обращения с отходами эти различия незначительны и для обоих видов отходов технологии транспортирования одинаковые.

4 этап – предварительная переработка компонентов машин для получения материалов определённых свойств и размеров, т.е. подготовка отсортированных компонентов техники к окончательной переработке: резке, подпрессовке (бесшредерное производство) или размельчение материалов с целью получения шрота (**Шрот** – нем. Schrot, основное значение – мелкие куски, обрезки) на специальных установках – шредерах.

5 этап – повторное использование предварительно подготовленных вторичных ресурсов, т.е. окончательная переработка компонентов техники для получения из этих материалов определённой продукции или тепловой энергии. На перерабатывающие предприятия поступают материалы, полученные из отходов различных видов, и применяемые технологии практически не зависят от того, из каких видов отходов они получены. При этом следует отметить, что качество

материалов, полученных из ВЭТ значительно выше, чем из КиТБО, а трудоёмкость – значительно ниже.

6 этап – захоронение отходов утилизации, не пригодных для повторного использования на специально оборудованных площадках (полигонах). Технологии захоронения для обоих видов отходов идентичны.

К моменту начала проведения работ на всех 6 этапах необходимо:

- создать нормативно-законодательную и экономическую базу для формирования системы утилизации;

- провести работы по классификации всех видов компонентов, входящих в состав КиТБО и ВЭТ;

- создать систему учёта движения отходов и их компонентов; разработать правила сбора и хранения отходов и их компонентов, а также их транспортировки;

- создать и сертифицировать предприятия, которые будут проводить весь комплекс работ.

Таким образом, будет создана нормативная база и инфраструктура системы.

В обоих случаях утилизационные работы начинаются со сбора отходов (КиТБО или ВЭТ). Как показывает практика, это достаточно сложный этап системы утилизации как для КиТБО, так и для ВЭТ.

При утилизации КиТБО, и в особенности коммунальных отходов, второй этап системы утилизации – разделение отходов по видам и материалам (сортировка) – является одной из самых затратных и трудоёмких операций. При подготовке отсортированных материалов по видам применяются различные технологии.

Выделение техники как отдельного вида отходов в отдельную группу и проведение утилизации техники на специализированных предприятиях по специальным технологиям делает эту задачу в несколько раз менее трудоёмкой и затратной.

При проведении второго этапа утилизации техники необходимо применять оригинальные технологии, отличающиеся от проведения аналогичной операции с КиТБО, в т.ч.: осушение техники, её разборку, сортировку материалов с последующей подготовкой материалов. Отличительной чертой этого этапа для ВЭТ от КиТБО является предсказуемость объёмов получения и

видов материалов, которые можно получить из каждой отдельно взятой машины и чётко определённый алгоритм проведения разборочно-сортировочных работ по технологиям, которые должны разрабатываться производителями машин и предоставляться исполнителям утилизационных работ.

Проводимая в достаточно комфортных условиях сортировка материалов позволяет подготовить к последующей переработке 95 и более процентов массы ВЭТ. И это материалы высокого качества, которые в дальнейшем могут быть рециклированы (регенерированы, рекуперированы), и только около 5% – отправлено на захоронение. Это свойство техники и применяемые при этом технологии обеспечивают (при использовании эффективных систем её утилизации) максимально возможную степень ресурсосбережения. Всё это и привело к тому, что направление утилизации техники «отпочковалось» от общей системы утилизации отходов производства и потребления и развивается параллельно с системой утилизации КиТБО.

Рассматривая общий комплекс работ по обращению с отходами производства и потребления, можно прийти к выводу о разноплановости работ, проводимых для достижения глобальной цели утилизации – сохранения среды обитания всех видов флоры и фауны при обеспечении максимально возможного уровня сбережения ресурсов, которые имеются в различных видах отходах производства и потребления.

Для систематизации и обеспечения наиболее эффективного достижения глобальной цели утилизации необходимо ранжировать весь комплекс решаемых задач между основными участниками и поставить перед ними конкретные задачи.

Парадигма заключается в том, что эта система в общем случае должна включать в себя (рисунок 3):

- систему утилизации коммунальных и твёрдых бытовых отходов;
- систему утилизации выведенной из эксплуатации техники (СУТ);
- систему использования рециклированных материалов (СИРМ);
- системы утилизации других видов отходов.

Системы каждого уровня направлены на решение поставленных перед ними конкретных задач. В данной работе будут рассмотрены системы утилизации техники и КиТБО.



Рисунок 3 – Структура Единой системы обращения с отходами производства и потребления (ЕССО): 1-6 – этапы проведения работ

Система утилизации КиТБО направлена на переработку непредсказуемого конгломерата отходов, которые обычно делятся на коммунальные отходы и твёрдые бытовые отходы и чаще всего поступают на площадки сбора одновременно и перерабатываются по единой технологии.

Конечной целью СУТ является переработка компонентов ВЭТ для их дальнейшего использования при производстве новой продукции или для других целей, например, получения тепловой энергии.

Как уже отмечалось выше, при схожести общей схемы утилизации КиТБО и ВЭТ (рисунок 2), следует понимать, что технологии утилизации техники различных видов имеют существенные отличительные особенности и также отличаются от технологий утилизации КиТБО.

Так утилизация легковых машин массой около одной тонны существенно отличаются от технологии утилизации самоходной техники массой в 50-60 тонн или железнодорожной техники, габариты которой в несколько раз превосходят габариты легковых машин. И, конечно, для проведения утилизации военной техники необходимо разрабатывать иную систему утилизации, которая отличается от всех других технологий.

Исходя из этого, СУТ можно рассматривать как симбиоз нескольких видовых (отраслевых) систем утилизации техники, каждая из которых предназначена для обеспечения утилизации конкретного вида техники, но все они должны быть направлены на достижение глобальной цели утилизации и являться обязательными элементами СУТ.

Большинству людей, поверхностно знакомых с системой обращения с отходами производства и потребления, кажется, что эта система очень сложная и запутанная, и поэтому трудно решаемая.

Мы предлагаем посмотреть на это с других позиций, чтобы определить место и задачи системы утилизации техники, которая в силу своей специфики «отпочковалась» от достаточно отработанной на настоящий момент системы утилизации коммунальных и твёрдых бытовых отходов, хотя и имеет много общего с ней.

В общем случае все виды отходов с точки зрения их готовности к использованию для производства продукции из вторичных материалов, имеют три ярко выраженных уровня (рисунок 4), каждый из которых отличается степенью воздействия на них со стороны участников системы утилизации:

- 1 уровень – **подготовка** к переработке компонентов, извлечённых из отходов, отсортированных и подготовленных к отправке переработчикам;
- 2 уровень – **переработка** (утилизация) компонентов ВЭТ;
- 3 уровень – **использование** переработанных компонентов.

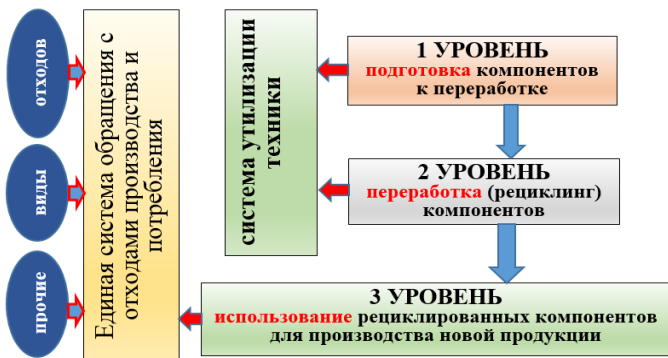


Рисунок 4 – Уровни воздействия на компоненты ВЭТ

При этом первые два уровня присущи системе утилизации техники, а все три – формируют Единую систему обращения с отходами производства и потребления.

Поскольку в данной работе применена новая трактовка структуры Единой системы обращения с отходами производства и потребления, рассмотрим краткие характеристики этих структурных составляющих: цель создания, целесообразность выделения рассматриваемых структурных элементов ЕСОО в отдельные системы, их инфраструктуру, участников этих системы и пр.

Система утилизации ВЭТ должна включать в себя не только утилизацию техники различных видов (рисунок 5), но и обеспечивать захоронение отходов утилизации, не пригодных для дальнейшего использования [1].



Рисунок 5 – Некоторые виды техники, которую необходимо утилизировать

В технологиях утилизации различных видов техники имеются существенные различия и, по нашему мнению, для каждого вида техники на базе единых принципов должна разрабатываться оригинальная видовая (отраслевая) система утилизации.

Основные отличия в технологиях утилизации различных видов отходов проявляются на первых трёх этапах утилизации (рисунок 2). В большинстве случаев сбор выведенной из эксплуатации техники (этап 1) должен осуществляться отдельно для каждого вида техники. Площадки сбора этой техники должны иметь свои

особенности, обеспечивающие размещение техники и проведение подготовительных работ. Для проведения демонтажа и других работ 2-го этапа утилизации определённого вида техники должны быть созданы производственные подразделения, оснащённые специальным оборудованием, инструментами и документацией.

Для проведения транспортировки ВЭТ различных видов и её компонентов чаще всего используется специальная транспортная техника (этап 3). Некоторые виды тяжёлой техники могут транспортироваться целиком на спецтехнике или демонтироваться на местах их дислокации, т.е. перед транспортировкой используются специальные технологии подготовки этой техники к транспортированию.

Основная цель, которая ставится перед видовыми системами утилизации техники – подготовка компонентов ВЭТ определённого вида для дальнейшей переработки.

На наш взгляд именно видовые системы утилизации техники способны обеспечить решение глобальной задачи, стоящей перед ЕСОО – максимально возможное ресурсосбережение и предельно полное и эффективное использование полученных в процессе утилизации отходов материалов для производства продукции.

Инфраструктура видовой системы относительно проста – площадки сбора и участки для проведения основных видов работ: разборка, сортировка и подготовка компонентов, входящих в состав утилизируемой техники определённого вида, к реализации. Транспортные работы могут выполняться как самими исполнителями этих работ, так и приобретателями подготовленных к реализации компонентов машин.

Разработчиками видовых систем утилизации должны выступать ведущие специалисты конкретной отрасли или определённого вида транспорта – производители техники, научно-исследовательские или технологические отраслевые организации. Они должны иметь соответствующие компетенции для формирования таких систем, связь с заводами-изготовителями техники, применяемой в отрасли, а также с предприятиями, занимающимися обслуживанием и ремонтом, которые могут взять на себя и функции утилизации обслуживаемой ими техники.

Исполнителями указанных этапов работ должны выступать отраслевые ремонтно-технические предприятия (РТП) и сервисные

центры, имеющие договорные отношения с производителями техники, которая утилизируется этими предприятиями.

Утилизационные предприятия могут заключать договоры с различными производителями и утилизировать технику этих производителей, в том числе технику различных видов, если это позволяют их технические и технологические возможности. Исполнителями утилизационных работ могут выступать только предприятия, которые имеют возможности выполнять требования, предъявляемые к этим работам производителями техники, соответствующей нормативной-технической документацией, включая требования стандартов.

Наличие у разработчиков видовых систем утилизации информации о составе технического парка в рассматриваемой отрасли, количестве машин каждого наименования, их компонентном составе, возрастных характеристиках даёт возможность получить достоверную и своевременную информацию об объёмах материалов и компонентов (годных деталях и агрегатах), получаемых ежегодно в процессе утилизации.

Информация о месторасположении РТП и сервисных центров и перерабатывающих предприятиях позволит оптимизировать логистику и повысить эффективность работы предприятий, занимающихся утилизацией машин, в том числе путём взаимодействия участников видовых систем.

Информация о нормативах технического обслуживания и ремонта, а также о фактической периодичности замены элементов техники (масла, шин, аккумуляторов, быстроизнашиваемых деталях и пр.) позволит уточнить фактические объёмы получения этих компонентов при эксплуатации техники. Как показывает практика, масса этих элементов сопоставима с их массой (а по некоторым элементам в разы превышает её), получаемой в процессе утилизации.

Информация о движении отходов техники определённого вида, в соответствии с законодательством должна отправляться утилизаторами в Единую государственную информационную систему учета отходов от использования товаров.

Использование отраслевых информационных систем также упростит этот процесс и обеспечит Единую государственную

информационную систему учета отходов от использования техники своевременной и достоверной информацией.

Большую значимость, чем технологические аспекты, имеют организационно-территориальные вопросы взаимодействия видовых систем утилизации с «коренной» системой, т.е. с теми элементами системы утилизации техники, которые осуществляют переработку (утилизацию) подготовленных компонентов.

Пока этот вопрос не прорабатывался и требует дополнительных исследований. Но, что не вызывает сомнения, так это факт того, что если видовые системы утилизации техники и предприятия этих систем, будут заниматься утилизацией в правовом поле, это позволит в значительной мере сократить количество «чёрных» сборщиков металлолома, действующих по «серым» схемам и применяющим варварские технологии утилизации техники.

Вторым немаловажным фактором, который говорит о необходимости формирования видовых систем утилизации – это повышение качества подготовленных к переработке компонентов машин и их количества. Учитывая, что неиспользуемые отходы утилизации образуются в основной своей массе именно на этом этапе утилизации, то соблюдение и применение современных технологий утилизации, которые можно будет контролировать, обеспечит снижение этого вида отходов до минимальных значений, а, следовательно, уменьшит объёмы их захоронения со всеми вытекающими из этого положительными последствиями.

Закключение. Предлагаемая концепция раскрывает цель, задачи, последовательность их достижения и решения в создании отраслевой (видовой) системы утилизации сельскохозяйственной техники с учётом ее специфики и возможностей интеграции в Единую систему обращения с отходами производства и потребления.

Список использованной литературы

1. Федеральный закон № 89 ФЗ (ред. от 29.12.2015) «Об отходах производства и потребления» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016)
2. Общие положения правового регулирования обращения с отходами в праве европейского сообщества. <http://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=81>
3. Dr. J.-D. Herbell. Основные черты системы управления отходами в Германии. http://www.baikal-waste.eu/rus/pdf/publikationen/uvpravlennie_othodami_v_Germanii.pdf.

Бакач Н.Г., кандидат технических наук, доцент;
Володкевич В.И., заведующий лабораторией;
Шах А.В., мл. научный сотрудник
*Республиканское унитарное предприятие
«НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь*

О ТЕХНИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОВЕДЕНИЯ АГРОМЕЛИОРАТИВНЫХ РАБОТ

К настоящему времени в Республике Беларусь проведено осушение земель на площади 3 376,0 тыс. гектаров или 74 процента фонда переувлажненных земель [1]. Из этого количества земель 2 880,4 тыс. гектаров занимают сельскохозяйственные земли, из которых составляют: пахотные – 1 267,5 тыс. гектаров, луговые – 1608,2, лесные – 327,9 и другие – 182,8 тыс. гектаров. В структуре осушенных земель торфяные почвы занимают около 901 тыс. гектаров, минеральные – 2014. Более половины осушенных земель составляют песчаные и супесчаные почвы, требующие окультуривания и вследствие этого более значительных затрат. На площади 46,9 тыс. гектаров сельскохозяйственных земель проведено орошение, в том числе на осушенных землях – 13,5 тыс. гектаров, из них дренажным способом – 12,6 тыс. гектаров. Площадь осушенных земель с закрытым дренажем составляет 2233,9 тыс. гектаров. На 752,9 тыс. гектарах мелиоративные системы построены с двусторонним регулированием водного режима, на 252,6 тыс. гектарах – польдерные системы [2]. Для обеспечения работоспособности осушенных сельскохозяйственных земель используется комплекс сооружений, включающий 156,2 тыс. километров каналов и водоприемников, 3,3 тыс. мостов, 2,2 тыс. шлюзов-регуляторов, 24,4 тыс. труб-регуляторов, 52,4 тыс. труб-перезодов, 106,2 тыс. колодцев различного функционального назначения, 517,9 тыс. устьев коллекторов, ряд других сооружений. Функционируют 955,8 тыс. километров закрытых дренажных коллекторов, 480 насосных станций, 17,8 тыс. километров эксплуатационных дорог, 1074 пруда и водохранилища. Для орошения мелиоративных систем сооружены 131 водоем и пруд,

пробурены 192 артезианские скважины, построено 180 стационарных насосных станций, 68 аккумулирующих бассейнов, 2,3 тыс. километров напорных трубопроводов – магистральных, распределительных, оросительных и других [3].

В результате длительной эксплуатации мелиоративных систем изменились продольный и поперечный профили каналов, произошло их заиление, размыв, обрушение откосов и дна, дали усадку нижние слои грунта, образовалось зарастание каналов травяной и древесной растительностью. Происходит разрушение дренажных систем, уменьшение глубины их залегания, связи с выработкой торфа, нарушение водорегулирующих и других сооружений, их креплений и облицовок, ухудшение характеристик и выход из строя насосно-силового оборудования. Изменились состояние поверхности и структура осушенных земель в результате уплотнения их сельскохозяйственной техникой. Это приводит к нарушению оптимальных агротехнических сроков посева и уборки сельскохозяйственных культур на осушенных землях, и как следствие, ведет к снижению продуктивности полей. Проведенный мониторинг осушенных земель показал, что на площади 511,8 тыс. гектаров они нуждаются в реконструкции и восстановлении. На обозначенной территории требуется реконструировать 97 мостов, 38 шлюзов-регуляторов, 650 труб-регуляторов, 733 трубы-переезда, 78 километров дамб и 401 километр дорог. В результате несвоевременного проведения ремонтно-эксплуатационных работ 18,2 тыс. километров каналов (11,7 процента от общего их количества) заросли древесно-кустарниковой растительностью, 17,1 тыс. километров каналов (10,9 процента) заилено, 75,9 тыс. сооружений (10,5 процента) требуют ремонта, 7,6 тыс. гектаров оросительных систем – нуждаются в реконструкции и восстановлении [4]. Выполнение указанных объемов работ в заданные сроки требует применения высокоэффективных средств механизации.

Для проведения работ в мелиоративных организациях республики задействована широкая номенклатура машин и оборудования – более 35 видов, а с учетом разновидностей марок – свыше 200. Однако по основным видам проведения агромелиоративных работ применяемые средства механизации далеки от совершенства, они значительно изношены, что оказывает существенное влияние на сроки и качество проведения работ. Так, износ земснарядов, одноковшовых и многоковшовых экскаваторов, каналоочистителей, планировщиков, косилок для окашивания каналов, агрегатов по уходу за

гидротехническими сооружениями составляет от 60 до 75 процентов, они малопроизводительны и требуют совершенствования конструкции. Значительный износ и недостаточная потребность в машинах и оборудовании для реконструкции и восстановления мелиоративных систем увеличивают сроки проведения агро-мелиоративных мероприятий и культуртехнических работ. Удельные затраты труда, топлива и других ресурсов на проведение агро-мелиоративных работ в республике в 1,5-1,7 раза выше, чем в Англии, Голландии, Бельгии и ряде других стран Европы, осуществляющих подобные работы. Вместе с тем, применяемый для этих целей комплекс машин за последние годы существенно обновился. Для очистки водоприемников и мелиоративных каналов от наносов используются более совершенные одноковшовые экскаваторы, земснаряды, каналоочистители непрерывного действия, многоковшовые экскаваторы поперечного копания, внутриканальные каналоочистители и другое специальное оборудование. Для удаления растительности с берега, откосов и русла каналов применяются более современные, производительные и надежные косилки, подборщики травяной растительности, машины для удаления и утилизации древесно-кустарниковой растительности, удаления растительности из русла каналов и водоприемников, плавучие косилки и оборудование к одноковшовым экскаваторам. Для проведения обслуживания и ремонта гидротехнических сооружений используются более современные и производительные агрегаты, машины для очистки труб-переездов. Для оценки состояния, очистки и укладки дренажно-коллекторной сети находят применение более производительные и надежные трассокопатели, оборудованные определителями высотного положения коллекторной сети, средства диагностики для определения внутреннего состояния коллекторной сети, устройства для определения мест закупорки коллекторной сети, дренопромывочные машины и дреноукладчики. Для расчистки земель от древесно-кустарниковой растительности при реконструкции мелиоративных систем нашли применение более эффективные кусторезы, корчеватели, подборщики-измельчители древесной массы, подборщики пней, погрузочно-транспортные машины. Для уборки камней применяется более эффективный комплекс машин уборки их с поверхности, пахотного и подпахотного слоев почвы и погрузочно-транспортные машины для их отвозки. Для первичной обработки мелиорированных земель используются более производительные и надежные в эксплуатации плуги, планировщики, фрезы, дисковые

бороны, рыхлители, шелеватели, прикатывающие катки и почвообрабатывающие агрегаты. Осуществлена разработка и постановка на производство перспективных машин: на ОАО «МАЗ» – управляющая компания холдинга «БелавтоМАЗ» прицепа-платформы МаЗ-997700, на ОАО «Амкодор-КЭЗ» – экскаватора-дреноукладчика с лазерным уклономером ЭТЦ-203, на ОАО «Минский тракторный завод» – каналочистителя роторного КР-2 к трактору гусеничному «БЕЛАРУС 1502-01», на ОАО «Станкостроительный завод имени С.М. Кирова» – подборщика- транспортировщика валунных камней ПВК-1,0, валкователя камней ВМК-3,0, подборщика камней из валков ПКВ-1,5 и валкователя-подборщика камней МПК-4, на ОАО «Кузлитмаш» – плугов болотных ПБН-6-50А и ПБН-3-50А, на ОАО «Гидросельмаш» – агрегата комбинированного АКШ-6-02, на РУПП «Беззарайагросервис» – кольчато-шпорового катка КМ-7/12 и на РПДУП «Экспериментальный завод» РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – дизельной насосной станции СДН-75. Разработан и поставлен на производство ряд других машин для этих целей. Вместе с тем комплекс машин, применяемый в мелиоративных организациях, в течении длительного времени не обновлялся. Поэтому создание более эффективных средств механизации на принципиально новой основе, обеспечивающих реализацию ресурсосберегающих технологий проведения мелиоративных и культуртехнических работ, возможность повышения конкурентоспособности машин на внутреннем и внешнем рынках, а также значительный износ ряда марок машин обусловило необходимость в разработке и принятием Правительством республики системы перспективных машин для реализации инновационных технологий проведения мелиоративных и культуртехнических работ на период до 2020 года (далее – Система машин). В принятую Систему машин (таблица 1) включено 79 наименований технических средств, в том числе 10 разрабатывается, 14 – осваивается производство, 51 – серийно производится, и 4 – эксплуатация зарубежных аналогов. К наиболее значимым средствам механизации, включенным в Систему машин, следует отнести создание многофункционального гусеничного экскаватора, каналокопателя, каналочистителя с ротационным рабочим органом КОРО-2, комплекта оборудования для расчистки мелиорированных земель от древесно-кустарниковой растительности, оборудования к дождевальным установкам для гидроподкормки растений ОГД-50. Разработка перспективных технических средств Системы машин

будет осуществлена в рамках научно-технических программ (подпрограмм) соответствующего профиля на 2016–2020 годы. Для этого будут задействованы коллективы отраслевых Научно-практических центров и институтов Национальной академии наук, освоении и серийном производстве – заводы-изготовители Министерства промышленности и Министерства сельского хозяйства и продовольствия, ряд организаций с негосударственной формой собственности.

Реализация перспективной Системы машин для проведения агромелиоративных работ позволит повысить в 1,3-1,5 раза производительность труда на выполнение основных мелиоративных и культуртехнических работах, снизить при этом до 20 процентов удельный расход материальных и трудовых ресурсов, на 15-20 процентов сократить парк малопроизводительных машин и оборудования. Это позволит увеличить продуктивность мелиорированных сельскохозяйственных земель до 47,9 центнера кормовых единиц с гектара и приблизиться к уровню их потенциального плодородия. Восстановление мелиорированных земель позволит увеличить продуктивность одного гектара на 10-18 процентов и дополнительно произвести 4,4 тыс. тонн кормовых единиц растениеводческой продукции. Увеличение площади осушенных земель на 34,64 тыс. гектаров обеспечит в свою очередь рост валового сбора основных полевых культур в пересчете на кормовые единицы на 209,3 тыс. тонн. Рациональное использование мелиорированных сельскохозяйственных земель на площади 2,9 млн. гектаров позволит довести производство основной растениеводческой продукции к 2020 году до 64,7 млн. тонн кормовых единиц.

Таблица 1 – Структура системы перспективных машин для реализации инновационных технологий проведения мелиоративных и культуртехнических работ на период до 2020 года

Наименование машин и оборудования	Предусмотрено наименований машин, всего, единиц	В том числе			
		разрабатывается	осваивается производство	серийно производится	эксплуатируется зарубежных аналогов
1	2	3	4	5	6
Машины общего назначения, всего, в т.ч.:	36	1	1	30	4

мобильные энергетические средства, транспортные средства, прицепы и полуприцепы, погрузочные средства	26	–	–	22	4
экскаваторы, бульдозеры, скреперы и грейдеры	10	1	1	8	–
Машины для строительства мелиоративных систем способом гидромеханизации	1	–	1	–	–
Машины для эксплуатации мелиоративных систем	19	4	8	7	–
Машины для проведения культуртехнических работ и первичной обработки осушенных земель	17	2	4	11	–
Машины для улучшения лугопастбищных угодий и ухода за ними	6	3	–	3	–
Итого:	79	10	14	51	4

Список использованной литературы

1. Государственная программа сохранения и использования мелиорированных земель на 2011-2015 гг. Утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 31.08.2010, № 1262. – Минск: Беларусь, 2010. – 20 с.
2. Колмыков, А.В. Общий ретроспективный анализ и перспективы использования земель сельскохозяйственного назначения в Республике Беларусь. // Вестник БГСХА. – 2012. – № 3. – С. 97-104.
3. Лихацевич, А.П. Ресурсосберегающий режим орошения овощных культур и многолетних трав на дерново-подзолистых почвах Беларуси / А.П. Лихацевич, Г.В. Латушкина, Л.Н. Оскирко // Мелиорация. – 2013. – № 2(69). – С. 20-29.
4. Государственный земельный кадастр Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2012 года). – Минск: Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь, 2012. – 57 с.

Клочков А.В., доктор технических наук, профессор;
Новицкий П.М., кандидат технических наук, доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

ТЕХНИЧЕСКАЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Аннотация. Техническая обеспеченность сельскохозяйственного производства в решающей степени определяет успехи отрасли. В современных сложных экономических условиях существуют значительные проблемы с поддержанием требуемого технического состояния машинно-тракторного парка и его обновлением. Проведен анализ наличия специальной техники для возделывания сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь в 2016 году. Ее специфика заключается в ограниченной универсальности и специальных требованиях технологического процесса. Происходят процессы совершенствования технологий возделывания, особенно в обработке почвы, повышается производительность и надежность машин и орудий. При этом она должна соответствовать современным технологиям, быть высокопроизводительной и надежной.

Общая тенденция с наличием сельскохозяйственной техники в хозяйствах Беларуси характеризуется снижением практически всех видов машин и оборудования. Во многом это связано с переходом на новые ресурсосберегающие технологии. Например, резкое сокращение количества обычных сеялок в 2012-2013 гг. произошло благодаря массовому применению комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов. Более надежными и производительными стали зерноуборочные комбайны и многие другие машины. Однако не все направления механизированных работ обеспечены в достаточной мере современными машинами, что может вызывать затягивание агросроков и нарушение качества. Поэтому необходим более детальный анализ происходящих изменений с учетом видов машин и применяемых технологий.

Использована официальная статистическая информация о наличии сельскохозяйственной техники в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь. В таблицах 1-6 приведены

данные по состоянию техники на 1.01.2016 и площадь пашни по состоянию на 2015 год.

Наличие необходимого количества сельскохозяйственной техники является важным условием обеспечения устойчивого производства зерна и другой сельскохозяйственной продукции. В период до 1965 года отмечался недостаток сельскохозяйственной техники, необходимой для выполнения основных видов полевых работ. Начиная с 1970-х годов количество средств механизации увеличивалось (рис. 1). Например, в 1973 г. сельскому хозяйству СССР было поставлено 322 тыс. тракторов общей мощностью 22 млн. л.с., а также 82 тыс. зерноуборочных комбайнов.

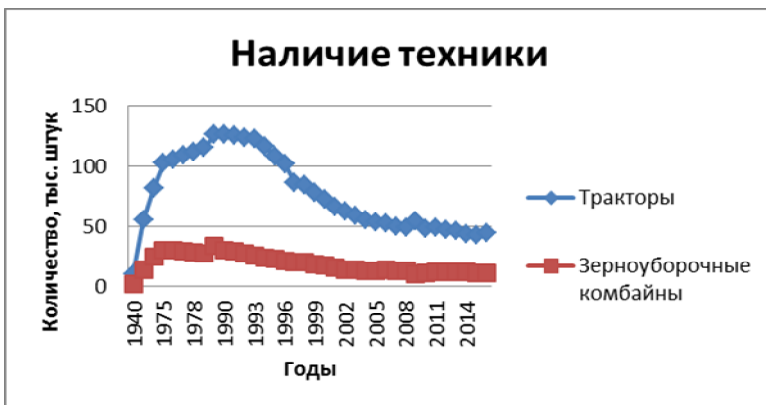


Рисунок 1 – Наличие тракторов и зерноуборочных комбайнов в хозяйствах Беларуси в 1940-2016 гг.

Максимум в количественной обеспеченности средствами механизации сельскохозяйственного производства приходится на 1985г., когда число тракторов достигло 126,3 тыс. штук, а число зерноуборочных комбайнов – 33,9 тыс. штук. Затем в силу многих причин численность техники сокращалась. Она сопровождалась качественными изменениями роста производительности и надежности машин и орудий. К настоящему времени численность сельскохозяйственной техники продолжает сокращаться. Наблюдаются отличия и по регионам, связанные с социально-производственными условиями. Однако в целом количества имеющихся средств механизации достаточно для своевременного и качественного выполнения основных видов работ.

Зерноуборочные комбайны являются наиболее важными машинами и определяют итоговый результат получения урожая зерна. Произошло качественное изменение состава комбайнового парка с преобладанием моделей комбайнов ПО «Гомсельмаш», среди которых модели КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS 12» и КЗС-10К «ПАЛЕССЕ GS 10» составили к началу нынешнего года 84,5 %. Параллельно продолжается снижение численности комбайнов, во многом связанное и с дефицитом механизаторских кадров. В целом по республике за прошедший год число зерноуборочных комбайнов уменьшилось на 609 машин (табл. 1). Наибольшее снижение произошло в хозяйствах Витебской и Минской областей.

Таблица 1 – Изменение состава парка зерноуборочных комбайнов и основных моделей в расчете на 1000 га пашни

Области	Всего	КЗС-1218	КЗС-10К
Брестская	1,88	0,77	0,81
Витебская	1,91	1,29	0,50
Гомельская	1,68	0,92	0,67
Гродненская	1,96	0,79	0,21
Минская	1,86	0,93	0,27
Могилевская	1,76	1,04	0,50
ИТОГО	1,85	0,96	0,48

По моделям КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS 12» отмечено небольшое увеличение, но в Минской области число данных моделей сократилось на 22 штуки. В хозяйствах Витебской области число комбайнов модели КЗС010К «ПАЛЕССЕ GS 10» сократилось на 110 штук. И в остальных регионах число этих машин снизилось, и только в Гродненской области увеличилось на 9 штук.

Почвообрабатывающая техника. Плуг – традиционное орудие земледельца, в последние годы также заменяется другими орудиями для безотвальной обработки почвы. Это становится особенно актуальным в связи с изменением климата и проявляющимся дефицитом влаги в почве. На 01.01.2016 года имелось всего 9894 плуга, из которых 6766 (68 %) – оборотные для гладкой вспашки (табл. 2). За последний год значительно (более 2000 единиц) снизилось количество дисковых орудий. Это нельзя считать оправданным, особенно с учетом перспектив применения лущения и безотвальных способов обработки почвы.

Таблица 2 – Наличие основных видов почвообрабатывающей техники на 1000 га пашни

Области	Плуги			Дисковые бороны, дискаторы	Культиваторы	Чизельные орудия	Комбинированные почвообра- батывающие агрегаты
	всего	оборотные	8-9 корпусные				
Брестская	1,97	1,25	0,74	0,70	1,33	0,13	0,72
Витебская	2,12	1,25	0,85	0,57	1,30	0,82	0,34
Гомельская	1,53	1,10	0,50	0,81	1,07	0,20	0,64
Гродненская	1,92	1,53	0,70	0,53	1,72	0,15	0,67
Минская	1,65	1,07	0,61	0,66	1,25	0,39	0,63
Могилевская	1,31	1,03	0,58	0,45	0,70	0,32	0,41
ИТОГО	1,75	1,19	0,66	0,62	1,23	0,35	0,57

Однако количество дискаторов возросло до 1834 единиц (в 2015 году было 1699 штук). Количество культиваторов уменьшилось на 249 единиц, но при этом используется 222 чизельно-дисковых культиватора для обработки почвы на глубину до 20 см. Это перспективный вид почвообрабатывающих орудий, способных заменить плуги. На 139 штук уменьшилось и численность комбинированных почвообрабатывающих агрегатов. Эти функции перенесены на почвообрабатывающе-посевные агрегаты.

Машины для посева и посадки. Количество обычных зерновых сеялок за прошедший год сократилось на 316 машин (табл. 3).

Параллельно уменьшилось на 184 единицы и количество почвообрабатывающе-посевных агрегатов, что нельзя считать оправданным. В связи с дефицитом удобрений, особенно фосфорных, явно недостает сеялок с внесением стартовой туков.

На начало года имеется 737 сеялок для прямого посева. Этот прогрессивный тип машин необходим в связи с необходимостью снижать издержки для повышения рентабельности производимой продукции, особенно зерна. Количество сеялок точного высева для посева кукурузы и свеклы сократилось за год на 220 единиц. На 117 штук уменьшилось количество картофелесажалок, что не способствует задачам дальнейшего развития картофелеводства.

Важной задачей дальнейшего совершенствования этого класса машин является повышение точности посева и производительности, особенно сеялок точного высева. Многими производственниками и

исследователями высказывается мнение о целесообразности возврата к внесению припосевной дозы минеральных удобрений.

Таблица 3 – Наличие машин для посева и посадки в расчете на 100 га пашни

Области	Сеялки зерновые			Сеялки точного высева		Почвообрабатывающе-посевные агрегаты		
	всего	в т.ч. с внесением удобрений	в т.ч. для прямого посева	всего	в т.ч. импортные	всего	в т.ч. импортные	карто-феле-сажал-ки
Брестская	0,438	0,02	0,19	0,85	0,28	0,79	0,28	0,45
Витебская	0,396	0,08	0,03	0,23	0,02	1,07	0,07	0,14
Гомельская	0,320	0,05	0,16	0,75	0,06	0,74	0,27	0,22
Гродненская	0,450	0,02	0,31	0,74	0,30	0,69	0,20	0,48
Минская	0,441	0,12	0,07	0,71	0,39	0,71	0,32	0,25
Могилевская	0,341	0,04	0,07	0,39	0,08	0,54	0,18	0,10
ИТОГО	0,401	0,06	0,13	0,61	0,20	0,76	0,23	0,26

Машины для внесения удобрений и защиты растений. Это важная группа машин, обеспечивающих получение планируемых урожаев сельскохозяйственных культур. Однако и здесь происходит уменьшение количества имеющихся машин (табл. 4).

Таблица 4 – Наличие основных видов машин для химизации в расчете на 1000 га пашни

Области	Машины для внесения органических удобрений		Машины для внесения минеральных удобрений		Протравливатели семян	Опрыскиватели	
	твердых	жидких	твердых	жидких		всего	в т.ч. самоходные
Брестская	1,34	0,49	1,09	0,11	0,41	0,92	0,10
Витебская	0,88	0,43	1,31	0,09	0,42	0,70	0,03
Гомельская	0,97	0,39	1,02	0,11	0,37	0,63	0,08
Гродненская	1,19	0,64	0,98	0,01	0,47	0,86	0,05
Минская	0,83	0,61	0,98	0,07	0,41	0,69	0,05
Могилевская	0,90	0,37	0,98	0,10	0,39	0,64	0,04
ИТОГО	1,00	0,50	1,06	0,08	0,41	0,73	0,06

За год на 484 единицы уменьшилось число машин для внесения жидкой органики. Этот вид удобрений связан со значительными затратами на их использование и относительно низкой эффективностью. Количество обычных навозоразбрасывателей сохранилось на уровне прошлого года. Количество машин для внесения твердых минеральных удобрений уменьшилось на 166 штук, при этом количество машин типа «РОСА» достигло 948 штук.

Эти агрегаты оправдали себя, особенно на подкормке посевов. Количество протравливателей семян уменьшилось за прошедший год на 92 штуки, а количество опрыскивателей – на 206 машин. Было дополнительно приобретено 37 самоходных высококлиренсных опрыскивателей.

Машины для заготовки кормов. Они определяют количество и качество основных видов травянистых кормов. Основным видом корма является сенаж, в заготовке которого участвуют косилки, валкообразователи, кормоуборочные комбайны (табл. 5).

Таблица 5 – Наличие основных видов кормоуборочной техники на 1000 га пашни

Области	Комбайны кормоуборочные		Косилки		Грабли		Пресс-подборщики	
	всего	в т.ч. типа КВК-800	тракторные	самоходные	валкообразователи	ворошилки	всего	с упаковкой в пленку
Брестская	0,81	0,24	1,23	0,06	0,69	0,28	1,43	0,10
Витебская	0,63	0,36	1,39	0,04	0,58	0,18	0,77	0,04
Гомельская	0,81	0,28	0,99	0,00	0,43	0,30	1,03	0,03
Гродненская	0,69	0,15	1,26	0,05	0,68	0,28	1,06	0,10
Минская	0,71	0,12	1,04	0,03	0,44	0,29	1,00	0,15
Могилевская	0,67	0,03	1,13	0,01	0,49	0,20	0,83	0,06
ИТОГО	0,72	0,19	1,17	0,03	0,54	0,26	1,01	0,09

По этой группе машин положение более стабильное. Количество кормоуборочных комбайнов возросло на 770 машин. Однако количество высокопроизводительных самоходных косилок сократилось почти на половину (на 113 машин). Заметно

уменьшилось и общее количество пресс-подборщиков. Это может вызвать опоздание со сроками оптимальной заготовки кормов из трав, особенно в случае неблагоприятных погодных условий. Основными производителями подобной техники являются предприятия «Гомсельмаш» и «Бобруйскагроماش», которые могут обеспечить все потребности хозяйств.

Машины для уборки картофеля, свеклы и льна. Уборка данных культур связана со значительными затратами и требует достаточного количества надежной техники (табл. 6). Приведенные сравнительные данные показывают, что за прошедший год количество специальной уборочной техники сократилось на 7% по картофелеуборочным и свеклоуборочным комбайнам, и на 21% – по льноуборочным комбайнам.

Таблица 6 – Сравнительная обеспеченность комбайнами для уборки картофеля, свеклы и льна в расчете на 1000 га пашни

Области	Картофелеуборочные	Свеклоуборочные	Льноуборочные
Брестская	0,21	0,09	0,02
Витебская	0,08	0,01	0,12
Гомельская	0,29	0,01	0,08
Гродненская	0,12	0,16	0,09
Минская	0,20	0,10	0,08
Могилевская	0,12	0,03	0,14
ИТОГО	0,17	0,07	0,09

Специализированные предприятия «Лидсельмаш» и другие организации выпускают различные машины для уборки картофеля, свеклы и льна.

Заключение. Происходят процессы совершенствования технологий возделывания, особенно в обработке почвы, повышается производительность и надежность машин и орудий. Успешно внедряются перспективные элементы точного земледелия. Однако по большинству типов машин наблюдаемое сокращение числа не является оправданным и вызывает определенную тревогу за своевременность и качество выполнения основных видов работ. Необходимо обратить внимание на разумное пополнение состава машинно-тракторного парка недостающей техникой. При этом она должна соответствовать современным технологиям, быть высокопроизводительной и надежной.

**Изоитко В.М., Винченко Н.Г.,
Лукомский А.Е., Бобровская И.Е.**

Республиканское унитарное предприятие «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь

ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛЬНОЗАВОДОВ

На сегодняшний день в республике полностью освоено производство комплекса машин для возделывания и уборки льнотресты. Несколько сложнее обстоит дело с машинами для первичной его переработки.

Действующие льноперерабатывающие предприятия Беларуси в основном оснащены мально-трепальными и куделеприготовительными агрегатами советского производства, которые морально и физически устарели.

Одним из основных направлений технического перевооружения льнозаводов республики является модернизация действующих технологических линий выработки длинного льноволокна на основе разработки и внедрения новых машин, соответствующих современным требованиям и условиям эксплуатации.

Единственным разработчиком машин для первичной переработки льна в республике является РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства».

С развитием механизированной технологии уборки льна в рулоны возникла острая проблема – отсутствие специального оборудования, предназначенного для формирования слоя льнотресты из рулонов для дальнейшей переработки на традиционных линиях. Формирование слоя льна из рулонов является практически первой операцией в технологии обработки льносырья на льнозаводе, поэтому качественное и надежное выполнение данной операции является важной задачей, определяющей эффективную работу всего оборудования линии выработки длинного льноволокна.

Учеными Центра разработана машина раскладочная МР-1400, предназначенная для механизации формирования и подачи слоя льнотресты из рулонов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Машина раскладочная МР-1400 на производстве

Освоил производство машины РУП «Гомельский завод специнструмента и технологической оснастки».

Машина раскладочная МР-1400 устанавливается перед сушильной машиной в технологической линии выработки длинного льноволокна и обеспечивает накопление рулонов (до 4 штук), механизированную подачу их на размотку, непосредственно размотку рулонов и формирование слоя льна, смотку прокладочного шпагата и подачу сформированного слоя на дальнейшую обработку. Машина раскладочная МР-1400 состоит из следующих основных элементов: механизированного стола-накопителя; механизма размотки и механизма смотки шпагата.

Техническая характеристика машины раскладочной МР-1400 представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Краткая техническая характеристика машины **раскладочной МР-1400**

Показатели	Значения
Производительность по пропуску тресты, кг/ч	1 600
Потребляемая мощность, кВт	6,6
Масса, кг	2420
Количество обслуживающего персонала, чел.	2

В качестве достоинств машины следует отметить, что, помимо конвейеризации и механизации производственного процесса в

сырьевом тамбуре, она позволяет оперативно регулировать подачу льна на обработку в соответствии с производительностью поточной технологической линии, которая может изменяться исходя из технологического качества и урожайности льнотресты, объема производственных запасов льносырья и режимов его обработки. Также отметим, что кинематическая схема машины позволяет обеспечить линейную скорость механизма размотки до 24 м/мин, что при плотности слоя в рулоне от 1,5 кг/м обеспечит производительность подачи льнотресты от 2000 кг/ч и выше.

В связи с массовым переходом на рулонную технологию уборки необходимость установки раскладочной машины МР-1400 в технологической линии выработки длинного волокна очевидна. Машина должна быть установлена на всех заводах республики, только в этом случае будут достигнуты хорошие результаты на последующих операциях переработки льна.

Существенные изменения качественных характеристик льносырья при переходе на рулонную технологию заготовки обусловили необходимость разработки новой слоеформирующей машины МС-6,97. Машина слоеформирующая МС-6,97 (рисунок 2) предназначена для выравнивания слоя льнотресты по толщине, его утонения и механизированной подачи в мьяльную машину.



Рисунок 2 – Машина слоеформирующая МС-6,97 в составе мьяльно-трепального агрегата МТА-2Л

Производство машины освоено также на РУП «Гомельский завод специнструмента и технологической оснастки».

Техническая характеристика машины слоеформирующей МС-6,97 представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Краткая техническая характеристика машины слоеформирующей МС-6,97

Показатели	Значения
Производительность по пропуску тресты, кг/ч	2 000
Потребляемая мощность, кВт	2,5
Масса, кг	1 700
Количество обслуживающего персонала, чел.	1

В слоеформирующем механизме производится устранение сцепленности стеблей и последующее его утонение. Первая операция осуществляется с помощью специального разделяющего устройства, включающего две гребенки, отсекающую и формирующую. Основными отличиями новой машины являются: наличие разделяющего устройства оригинальной конструкции перед слоеутоняющим механизмом; четыре ступени утонения с коэффициентом деления впадин подающих дисков зубьями утоняющих равным 2; общий коэффициент утонения – 7; три линии утонения; наличие устройств для коррекции взаимного расположения зубьев подающих и утоняющих дисков на каждом из валов; плавное регулирование высоты расположения опорных полозков; плавное регулирование кинематических параметров рабочих органов машины.

Обе машины нашли достойное применение на льнозаводах республики. Отметим, что и после постановки на производство, совместными усилиями ученых-разработчиков, завода-изготовителя и производителей происходит усовершенствование новых машин, принимаются и исследуются новые варианты исполнения рабочих элементов, технологических схем с целью повышения надежности и эффективности технологического процесса.

Вабищевич А.Г., кандидат технических наук, доцент;

Янцов Н.Д., кандидат технических наук, доцент;

Петроченко Н.О., Бабок С.И.

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

КОМБИНИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОРМОВ

Аннотация. В статье представлена экспериментальная комбинированная установка для измельчения кормов, которая позволяет совместить измельчение грубостебельчатых кормов, корнеплодов, зерна злаковых и бобовых культур, как одновременно, так и в любых сочетаниях.

Ключевые слова: комбинированная установка, измельчение, измельчитель кормов, фермерские хозяйства.

Annotation. This article provides the experimental setup for combined grinding of feed, which allows to combine refinement roughage, root crops, cereal grains and legumes, both simultaneously and in any combination.

Keywords: combined installation, crushing, feed grinder, farms.

Введение. В Республике Беларусь наряду с сельскохозяйственными предприятиями определенный вклад в производство отдельных видов сельскохозяйственной продукции вносят фермерские и индивидуальных личные подсобные хозяйства, особенно по производству картофеля, овощей, молока, яиц и мяса.

В животноводстве затраты труда более трудоемки, производственные процессы в основном проводят вручную. Вот почему вполне естественно встает вопрос о производстве и снабжении личных подсобных хозяйств малогабаритной, экономичной техникой для механизации трудоемких процессов.

Основная часть. В индивидуальных подсобных и фермерских хозяйствах не часто применяются измельчители отдельных видов кормов (корнерезки, дробилки), в основном это измельчители

выполняющие одну операцию. Ранее промышленностью выпускалась установка позволяющая измельчать грубые и сочные корма. Однако переналадка этой установки для измельчения разных видов кормов занимала много времени.

Предлагаемый экспериментальный образец комбинированной установки для измельчения кормов приведен на рисунке 1. Комбинированная установка для приготовления кормов позволяет совместить измельчение грубостебельчатых кормов (солома, сено, стебли кукурузы и топинамбура), корнеплодов и овощей, зерна злаковых и бобовых культур одновременно и в любых сочетаниях.

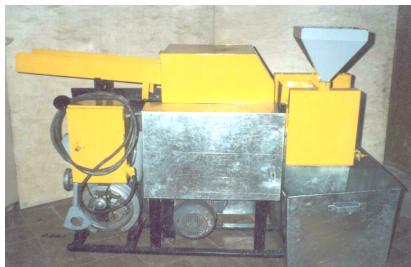
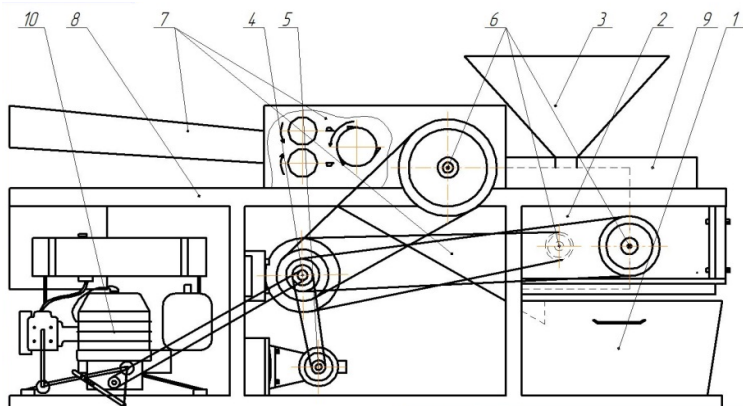


Рисунок 1 – Комбинированная установка для измельчения кормов

Комбинированная установка имеет сварную раму из профильных труб 8 (рисунок 2). На раме крепятся измельчитель корнеплодов 2, дробилка зерна с подающим бункером 3. В средней части располагается измельчитель стебельчатых кормов с приемным и подающим лотками 7. В нижней части крепится промежуточный вал со шкивами 6, электродвигатель 5, двигатель внутреннего сгорания 10, а также емкость для готового корма 1. При подготовке к скармливанию грубостебельчатых кормов к измельченной массе подмешиваются мука и измельченные корнеплоды.

При включении электродвигателя приводятся в действие рабочие органы измельчителей стебельчатых кормов, корнеплодов, дробилки зерна. Зерно засыпается в подающий бункер и дробится в молотковой дробилке. Корнеплоды в ручную подаются в приемную камеру измельчителя, где нарезаются в стружку ножами. Грубостебельчатые корма направляют на приемный лоток и с помощью подающих вальцов и режущего барабана измельчаются. Все измельченные корма поступают по направляющим лоткам в одну емкость, в которой перемешиваются и переносятся в помещение для кормления животных.



- 1 – емкость для готового корма, 2 – измельчитель корнеплодов,
 3 – дробилка зерна с подающим бункером, 4 - приводные шкивы,
 5 – электродвигатель, 6 – промежуточный вал со шкивами,
 7 – измельчитель стебельчатых кормов с приемным и подающим лотком,
 8 – сварная рама из профильных труб, 9 – пульт управления,
 10 – двигатель внутреннего сгорания

Рисунок 2 – Схема комбинированной установки

Если необходимо измельчить большое количество зерна рекомендуется снять приводной ремень с измельчителя грубостебельчатых кормов 7, чтобы избежать преждевременного износа втулок валцов и уменьшить потребление энергии.

При перебоях электроснабжения или использования установки в полевых условиях предусмотрен привод от двигателя внутреннего сгорания мотоблока или мини-трактора.

Производительность дробилки – 80 кг/ч, корнерезки – 200 кг/ч, измельчителя зеленой массы – 400 кг/ч, грубых кормов – 60 кг/ч; мощность привода – 2,2 кВт.

Закключение. Таким образом, приведенная комбинированная установка для измельчения кормов повышает производительность и облегчает условия труда работников, улучшает качество приготовления кормов животным, что скажется на повышении их продуктивность, а в конечном итоге на рентабельном ведении фермерского и индивидуального личного подсобного хозяйства.

Якубович А.И., доктор технических наук, доцент;
Тарасенко В.Е., кандидат технических наук, доцент
*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТРАКТОРОСТРОЕНИЯ В XXI ВЕКЕ

Аннотация. В статье представлен анализ ряда факторов ускоренного развития техники, сделана попытка формирования направлений развития тракторной техники на ближайшее будущее.

Ключевые слова: техника, энергия, тракторостроение, автоматизация, трактор, развитие.

Annotation. The article analyzes a number of factors rapid development of technology, made an attempt to form lines of tractor equipment in the near future.

Keywords: equipment, energy, tractor construction, automation, tractor, development.

Введение. Человечество переступило порог следующего тысячелетия со стремительным развитием новых научных направлений, основу которых составляют информационные технологии. Прогнозируя развитие техники даже на не столь отдаленное будущее, можно утверждать, что развитие информационных технологий явилось подлинной революцией, оказавшей влияние на все сферы жизни и деятельности человечества. Это новая страница в истории общества и техники. Определяющим фактором ускоренного развития техники является устойчивая связь между естественными и техническими науками. Интеграция этих наук в XX столетии явилась предпосылкой начала научно-технической революции, нацеленной на автоматизацию производства, процессов во всех сферах трудовой деятельности человека.

История человечества свидетельствует, что техника развивается в соответствии с практическими потребностями и, прежде всего, в направлении обеспечения или повышения эффективности производимой работы или производства.

Сегодня человечество, довольствуясь тем, что оно имеет и может, не ощущает острой потребности в экологически чистых источниках энергии. Сжигание угля, нефти, газа, расщепление атома,

строительство гидроэлектростанций для производства электроэнергии, привода машин не является экологически чистым, наносит природе порой не поправимый вред. Осознание потребности в экологически чистых источниках энергии, недопустимости последующего уничтожения среды своего пребывания приведет к новым открытиям, позволяющим реализовать технические возможности производства применяемых и новых видов энергии. Экологически чистыми источниками энергии, производством которых человечество обладает, являются солнечные батареи и гелиоэлектростанции. Практическое применение этих источников для получения электроэнергии имеется, но в незначительных количествах по сравнению с потребностями. Последующим шагом в развитии науки и техники будут открытия, которые позволят преобразовывать энергию космических лучей, электромагнитных излучений в электроэнергию. Эти открытия явятся предпосылкой к новой, очередной ступени цивилизации человечества. Быт человека, производство, транспорт коренным образом будет преобразован. Человечество вступит в эру масштабной, но еще не полной автоматизации.

Основная часть. Как будет развиваться тракторостроение, какие приоритеты явятся главными в наступившем столетии в этом направлении - однозначного ответа нет и быть не может. Развитие техники определяется потребностью в новых машинах, в новых конструктивных решениях и на их основе в получении новых качественных и количественных показателей. Сегодня такая потребность существует, а именно, требуется улучшить количественные показатели в получении прибыли от той техники, которую мы производим или планируем производить.

Решение этой задачи возможно при постановке или определении целей и задач в развитии тракторостроения на ближайшую и отдаленную перспективы, а так же пути их достижения.

Цель на ближайшую перспективу – достигнуть качественных результатов на этапе разработки и проектирования тракторной техники и на их основе разработать образцы тракторов, обладающих параметрами и показателями, особенностями конструкции для удовлетворения массового потребителя в любой стране мира.

Эволюционное развитие методов и средств проектирования не позволяют сегодня создавать совершенно новые конструкции тракторной техники, востребованной массовым потребителем. Мы

сегодня обладаем накопленным годами и десятилетиями опытом разработки новой техники со знаниями и технологиями вчерашнего дня. Революционный прорыв возможен при формировании знаний на основе новых «компьютер – технологий», позволяющих своевременно прогнозировать колебания реального рынка, методично и качественно или с минимальными доработками разрабатывать конструкцию нового трактора, удовлетворяющую требованиям конечного потребителя группы рынков или отдельно взятого рынка.

Задача на ближайшую перспективу - создание новых способов и методов проектирования, что позволит на их основе разрабатывать конструкции тракторов высокого научно-технического качества для массового потребителя с опережением и производителю получать высокие количественные показатели по прибыли от их реализации.

Методы строительства тракторов все еще основываются на научно-технических достижениях прошлого. Компоновки их за последние сто лет не претерпели значительных изменений. Их совершенствование шло по пути наращивания функциональных свойств и дополнения новыми узлами в ранее разработанные конструкции. Это свидетельствует о эволюционном пути в строительстве тракторов. Требуется кардинально новые главные узлы и агрегаты, новые технологические возможности и функциональное назначение этих машин на основе научных открытий или новых технологий в области земледелия.

Одним из основных путей в создании востребованных потребителями моделей тракторов следует считать продолжение системного подхода к разработке и производству тракторной техники, которая должна обеспечить возможность комплектования высокопроизводительных машинно-тракторных агрегатов для выполнения законченных технологических циклов.

Рациональный выбор номенклатуры тракторной техники должен сопровождаться сокращением материало- и энергоемкости как за счет использования оптимальных типоразмерных рядов, так и путем агрегатной унификации, блочно-модульного построения и универсализации машин. Эта работа должна сопровождаться повышением надежности тракторов и их агрегатов, увеличением износостойкости деталей и сокращением времени и повышением удобства их обслуживания.

Разработка модификаций должна включать и создание машин для работы на переувлажненных почвах в неблагоприятные погодные периоды, затрудняющие проведение полевых работ и т.д.

Это полугусеничный ход с применением резиновых гусениц и гусеничные модификации. Должна быть продолжена работа по типоразмерному ряду тракторных трансмиссий, типизированному верхнему строению, последовательному ряду гидравлических узлов и т.д.

Необходимо продолжить разработку методов и средств автоматизации для обеспечения оптимальных режимов работы агрегатов, управления ими, контроля технологических процессов, защиты механизмов. Это системы автоматического управления тягово-сцепными качествами трактора, автоматического управления блокировкой дифференциала, включением переднего ведущего моста, положением навесного устройства и др. В целом весь комплекс работ должен обеспечить перспективным тракторам высокую конкурентоспособность на мировом рынке.

Позволим себе сформулировать некоторые положения развития тракторной техники и на более отдаленную перспективу (см. табл. 1).

Таблица 1 – Направления развития тракторной техники

Направления, новые технические решения	Прогнозируемый (ориентировочный) срок реализации в период, годы
Силовая установка электрическая, поэтапно: источником энергии явятся: – «ДВС-генератор», – «Накопители электроэнергии», – «Солнечная энергия» и др. нетрадиционные виды производства электроэнергии.	2020 - 2030 2050 - 2060 2080 - 2090
Силовая передача электромеханическая (электрическая)	2030 - 2040
Компоновка трактора – модуль трансмиссионный передний и модуль трансмиссионный задний - унифицированные, силовая установка между ними. Кабина между осями над силовой установкой, перед кабиной и сзади нее рабочие площадки.	2040 - 2050
Рабочие площадки превращаются в электрические батареи - накопители солнечной энергии	2050 - 2060
Управление трактором – реверсное электрогидравлическое, управляемые передние и задние колеса	2020 - 2030
Управление силовой установкой, трансмиссионными модулями, рабочими орудиями и машинами: * этап первый - автоматическое электронное. * этап второй – автоматическое дистанционное.	2020 - 2030 2080 - 2090

Следует полагать, что **трактор в ближайшем будущем должен иметь:**

- Экологически чистую, многотопливную - способную работать на дизельном топливе, газу и топливах из растительных масел моторную установку, способную при работе аккумулировать тепловую энергию и отдавать ее для запуска или обогрева кабины. Основной задачей, стоящей перед моторостроителями, является обеспечение требований *по токсичности выхлопных газов, а так же обеспечение топливной экономичности, надежности и долговечности;*

- Трансмиссию с минимальными потерями при передаче крутящего момента и минимальными потерями времени при использовании ее в эксплуатации;

- Ходовую систему со сменными движителями и удельным давлением на почву в 2 - 3 раза меньше сегодня принятого;

- Внешнее строение трактора, вписывающееся в те природно-рельефные условия, где он будет работать, включающее кабину, обеспечивающую идеальные условия труда тракториста, содержащую автоматическое электронное управление, в том числе системы автоматического управления и диагностики;

- Трактор должен быть равнопрочным с вероятностью безотказной работы не менее 90%.

Заключение. Предпосылками приведенного прогноза сегодня следует считать электронные системы управления и регулирования, которые завтра станут непременным атрибутом каждого трактора; разработка и создание образцов тракторов – носителей источника электроэнергии. На смену механическим трансмиссиям приходят электромеханические и электрические трансмиссии. Последующее их развитие приведет к созданию надежных с высоким техническим уровнем электрических трансмиссий и их применение в качестве привода рабочих машин. Следует полагать, что трактор будет агрегатироваться со шлейфом рабочих орудий и машин, имеющих автономные движители и системы управления, источником энергии явится трактор. В наступившем столетии сле дует прогнозировать и внедрение новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур, что потребует создания нового поколения энергетических средств и рабочих орудий.

Шило И.Н.¹, доктор технических наук, профессор;
Романюк Н.Н.¹, кандидат технических наук, доцент;
Нукешев С.О.², доктор технических наук, доцент;
Сашко К.В.¹, кандидат технических наук, доцент;
Пашковский С.Д.¹; Есипов С.П.¹

¹⁾ Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

²⁾ Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,
г. Астана, Республика Казахстан

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИНЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы очистки корнеклубнеплодов от примесей. Предложено оригинальное устройство, позволяющее повысить качество очистки при минимальных повреждениях и потерях корнеклубнеплодов. Дана методика определения конструктивных параметров машины для очистки корнеклубнеплодов от примесей.

Ключевые слова: корнеклубнеплоды, примеси, очистка, оригинальное устройство для очистки, качество, конструктивные параметры.

Annotation. In the article the questions of cleaning roots from impurities. The original proposed device allows to increase the quality of cleaning with minimal damage and loss of crops. Given the method of determining the design parameters of the machine for cleaning roots from impurities.

Keywords: root crops, impurities, cleaning, the original cleaning device, quality, design parameters.

Введение. Существуют разные приспособления для очистки корнеклубнеплодов от почвенных и растительных остатков. По конструкции рабочих органов корнеклубнемойки разделяются на кулачковые, барабанные, дисковые и с винтовым конвейером [1] (рисунки 1).

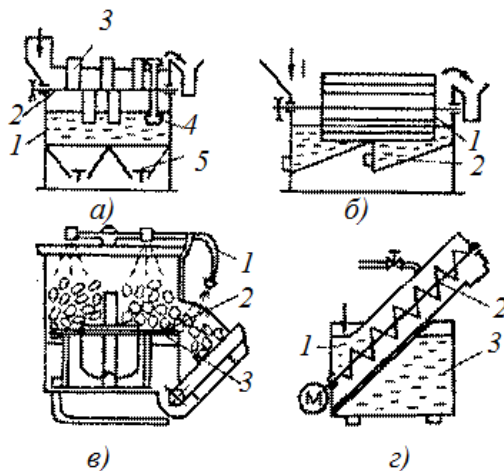


Рисунок 1 – Схемы корнеклубнемоек

По способу перемещения и установки они бывают стационарными и передвижными. В зависимости от технологии мойки корнеклубнеплодов их различают периодического и непрерывного действия. В настоящее время корнеклубнемойки совмещены с измельчающими аппаратами и преобразованы в корнеклубнемойки-корнерезки. Рабочий процесс всех моек основан на отделении загрязнений при трении корнеклубнеплодов о рабочие органы машины и друг о друга. Грязь, разбавляясь водой, оседает в определённых ёмкостях машины.

Кулачковая корнеклубнемойка (рисунок 1, а) имеет ванну 1 с решёткой и рабочий орган – вал 2 с укрепленными на нём по винтовой линии кулаками 3. У выходного торца на валу установлены выгрузные лопасти 4, которые переносят клубни за пределы ванны. Ванна представляет собой желоб, по длине перегороденный на секции, в которых устроены камнеуловитель и люки 5 для удаления камней и грязи. Расход воды на обработку обычно не превышает 0,6...0,8л/кг. Барабанная корнеклубнемойка (рисунок 1, б) имеет рабочий орган в виде пластинчатого барабана, вращающегося в ванне с водой. Корнеплоды, поступаая с торца ванны и перемещаясь вдоль барабана, проходят путь, во время которого освобождаются от загрязнений. Последние оседают на дно ванны, а вымытые корнеплоды выбрасываются из барабана

лопастью, укрепленной на его внутренней стенке у выгрузного торца. Машины этого типа используют также для сухой очистки (без применения воды).

Дисковая корнеклубномойка (рисунок 1, в) имеет моющий рабочий орган в виде плоского диска, к поверхности которого приварены выступы, выполняющие роль встряхивателей. Корнеплоды, попадая на вращающийся диск, совершают вместе с ним круговое движение и, пробуксовывая относительно поверхности диска, перемешиваются под действием выступов. Одновременно подаваемая из кольцевого оросителя вода отмывает загрязнения.

Шнековая корнеклубномойка (рисунок 1, г) представляет собой шнек, установленный в ванне. Шнек уложен в трубе, имеющей наклон к горизонту 25...90°. Труба, решетчатая в нижней части вместе с подающей частью шнека помещена в бункер с водой и корнеплодами. При вращении шнека его витки захватывают продукт и перемещают его вдоль трубы к выходному окну. Навстречу продукту в трубу шнековой мойки подводят поток воды из отстойника ванны. Загрязнения оседают на дне ванны, которые периодически удаляются через специальный люк.

Кулачные и барабанные корнеклубномойки отечественная промышленность теперь не выпускает. Дисковые клубномойки не имеют камнеотделителя и отличаются повышенным расходом воды на обработку продукции.

В настоящее время заслуживает внимания и является перспективной сухая очистка корнеклубнеплодов от загрязнений на винтовых конвейерах. При этом отпадает необходимость в воде и ликвидируются загрязнения на местах очистки корнеплодов. Процесс очистки удешевляется.

Цель данной работы – разработка устройства и определение конструктивных параметров машины для очистки корнеклубнеплодов от примесей, позволяющей повысить качество их очистки при минимальных повреждениях и потерях.

Основная часть. Проведенный патентный поиск показал, что известно устройство для очистки корнеклубнеплодов от примесей, содержащее окна для загрузки и выгрузки, цилиндрический кожух с закрепленными на его торцевых поверхностях очистительными элементами, под которыми расположены скатная доска и транспортер, внутри цилиндрического кожуха размещен шнек с приводом [2].

Недостатком данного устройства является низкое качество очистки корнеклубнеплодов, т.к. активное очищение корнеклубнеплодов от примесей (налипшей почвы и растительных остатков) происходит только в зоне работы очистительных элементов.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработано оригинальное устройство для очистки корнеклубнеплодов от примесей [3] (рисунок 2; а – вид сбоку; б – разрез А-А; в – разрез Б-Б; г – разрез В-В).

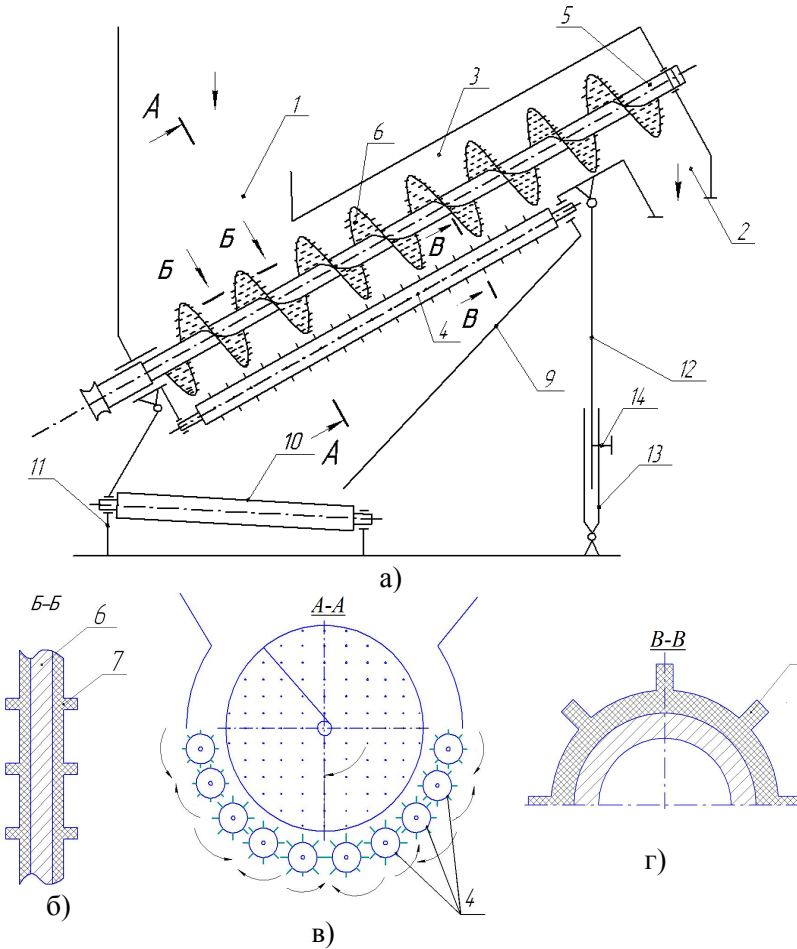


Рисунок 2 – Устройство для очистки корнеклубнеплодов от примесей [3]

Устройство для очистки корнеклубнеплодов от примесей, содержит окна для загрузки 1 и выгрузки 2, цилиндрический кожух 3 с закрепленными на его торцевых поверхностях очистительными элементами 4. Внутри цилиндрического кожуха 3 размещен вращающийся шнек 5 с приводом, витки 6 которого выполнены из листового металла, облицованного синтетическим материалом, имеющим эластичные шипы 7, а очистительные элементы 4, расположенные по всей зоне взаимодействия шнека 5 и перемещаемыми им корнеклубнеплодами, вращаются в противоположных направлениях и облицованы синтетическим материалом с рядами эластичных шипов 8, расположенных по окружностям очистительных элементов 4, при этом эластичные шипы 8 рядов одного очистительного элемента 4 входят в пространство между рядами эластичных шипов 8 соседних очистительных элементов 4. Под очистительными элементами 4 расположены скатная доска 9 и транспортер 10, а само устройство для очистки корнеклубнеплодов от примесей шарнирно расположено на раме 11, что позволяет с помощью регулировочного механизма, состоящего из стержня 12, входящего в трубу 13 и фиксируемого в ней регулировочным винтом 14, изменять его наклон относительно горизонта.

Устройство работает следующим образом.

Подлежащие очистке корнеклубнеплоды через загрузочное окно 1 загружаются в кожух 3 и транспортируются вдоль него шнеком 5. В процессе перемещения корнеклубнеплоды под воздействием очистительных элементов 4, вращающихся в противоположных направлениях, интенсивно поворачиваются и всесторонне очищаются. Отделившиеся от корнеклубнеплодов примеси просеиваются в пространство между рядами эластичных шипов 8, расположенных по окружностям очистительных элементов 4. Так как эластичные шипы 8 рядов одного очистительного элемента 4 входят в пространство между рядами эластичных шипов 8 соседних очистительных элементов 4, то при их вращении в противоположных направлениях происходит их самоочистка от налипшей почвы и растительных примесей.

Отделившиеся от корнеклубнеплодов примеси просеиваются в пространство между рядами эластичных шипов 8 очистительных элементов 4 на скатную доску 9 и попадают на транспортер 10,

который выносит их из устройства для очистки корнеклубнеплодов от примесей.

Установка устройства на раме 11 позволяет регулировать производительность и качество очистки с помощью регулировочного механизма, состоящего из стержня 12, входящего в трубу 13 и фиксируемого в ней регулировочным винтом 14, изменяя с его помощью наклон устройства относительно горизонта.

Расположение очистительных элементов по всей зоне взаимодействия шнека и перемещаемыми им корнеклубнеплодами позволяет повысить производительность устройства, а наличие шипов на витках шнека и вращающихся в противоположных направлениях очистительных элементах – качество очистки корнеклубнеплодов от примесей.

Установка устройства на раме, с возможностью изменения его наклона к горизонту, позволяет регулировать производительность и качество очистки.

Основным конструктивным элементом машины для очистки корнеклубнеплодов от примесей является шнек.

Диаметр винта шнека (D) определяется из уравнения производительности [4]:

$$\Pi_m = 47D^3 K_D \Psi n_b \rho K_p, \quad (1)$$

откуда:

$$D = \sqrt[3]{\frac{\Pi_m}{47K_D \Psi n_b \rho K_p}},$$

где Π_m – расчетная производительность шнека, т/ч;

$K_D = (0,8-1,2)$ – отношение шага винта к его диаметру;

n_b – частота вращения шнека, мин⁻¹;

Ψ – коэффициент заполнения желоба;

ρ – плотность корнеклубнеплодов, т/м³;

K_p – коэффициент снижения производительности в зависимости от угла наклона шнека.

Полученный диаметр винта округляют до значений стандартного ряда. Диаметр винта выбирают из ряда: 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400; 500 и 630мм [5] и проверяют по соотношению:

$$D \geq (4 - 6)a_{\max}, \quad (3)$$

где a_{\max} – наибольший размер корнеклубнеплода, мм.

Мощность (P), затрачиваемая на процесс очистки и транспортирования корнеклубнеплодов определим по формуле:

$$P = (K_D \Pi_M K_B / 367)(L_T w_0 + H), \quad (4)$$

где $K_D = (1,05-1,4)$ – коэффициент потерь на перемешивание и очистку корнеклубнеплодов;

L_T – перемещение корнеклубнеплодов по горизонтали, м;

H – высота подъема корнеклубнеплодов, м;

K_B – коэффициент, учитывающий влияние угла наклона шнека;

w_0 – коэффициент сопротивления перемещению корнеклубнеплодов.

Заключение. Разработано оригинальное устройство для очистки корнеклубнеплодов от примесей, позволяющее повысить качество их очистки при минимальных повреждениях и потерях. Дана методика определения основных конструктивных параметров машины для очистки корнеклубнеплодов от примесей.

Список использованной литературы

1. Классификация моек-измельчителей [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://mydocx.ru/8-99037.html>. Дата доступа: 12.03.2016.

2. Патент на изобретение Российской Федерации № 2067806, МПК А01D33/08.

3. Устройство для очистки корнеклубнеплодов от примесей : патент 19800 С2 Респ. Беларусь, МПК А 01D 33/08 / Н.Н. Романюк, К.В. Сашко, А.В. Щетько, И.Г. Смирнов ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № а20121531; заявл. 05.11.2012; опубл. 28.02.2016 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2016. – № 1. – С.57.

4. Подъемно-транспортные машины и механизмы : учебно-методический комплекс / Н.Н. Романюк [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2015. – 208 с.

5. ГОСТ 2037-82. Конвейеры винтовые стационарные общего назначения. Общие технические условия.

Романюк Н.Н.¹, кандидат технических наук, доцент;
Нукешев С.О.², доктор технических наук, доцент;
Агейчик В.А.¹, кандидат технических наук, доцент;
Мацукевич С.Н.¹; Есипов С.П.¹

¹⁾ Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

²⁾ Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,
г. Астана, Республика Казахстан

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы внутрипочвенного дифференцированного внесения минеральных удобрений. Разработана конструкция высевающего устройства, использование которого позволит повысить равномерность высева переувлажненных минеральных удобрений, а также надежность работы всего высевающего устройства в целом.

Ключевые слова: минеральные удобрения, внутрипочвенное дифференцированное внесение, высевающее устройство, надежность работы, равномерность высева.

Annotation. This article deals with the intra differentiated application of mineral fertilizers. The design of the seeding device, the use of which improves the uniformity of seeding waterlogged mineral fertilizers, as well as the reliability of the entire seed of the entire device.

Keywords: mineral fertilizers, the introduction of differentiated subsurface seeded device reliability, uniformity of seeding.

Введение. Агротехнические операции по внесению минеральных удобрений являются важной частью в любой агротехнологии. К тому же эти операции, как правило, составляют существенную часть себестоимости всей агротехнологии и, как следствие, – себестоимости конечной продукции. Внесение минеральных удобрений существенно влияет также на агроэкологию, что в свою очередь сказывается на плодородии почвы и качестве конечной продукции. Очевидно, что правильный расчет дозы удобрения является важнейшей задачей при производстве растениеводческой продукции.

В настоящее время доза удобрений рассчитывается усреднёно, то есть одна на все поле. А на самом деле потребность в удобрениях на разных участках поля может отличаться в разы (рисунок 1) [1].

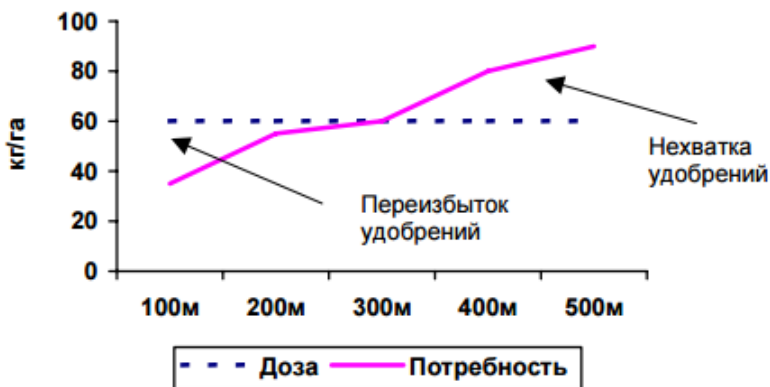


Рисунок 1 – Разница между вносимой дозой удобрения и реальной потребностью на каждом участке поля

В результате внесения удобрений создается их переизбыток на одних участках поля и нехватка на других, что соответственно влияет на количество и качество урожая, а также на плодородие и экологическую обстановку на этих участках.

Поэтому проблема, касающаяся способов внесения удобрений, вызывает интерес ученых и специалистов сельского хозяйства. Решение данной проблемы будет способствовать повышению урожайности зерновых культур и улучшению экономических показателей сельскохозяйственного производства [2].

Внутрипочвенное внесения минеральных удобрений предопределяет повышенные требования к конструкциям высевающих аппаратов, тукозаделывающих рабочих органов и качеству удобрений. Анализ конструкций высевающих аппаратов и рассмотрение технологического процесса их работы показывает, что наиболее перспективным направлением в совершенствовании устройств для внесения туков, является использование высевающих аппаратов с рабочими органами, позволяющими активно выполнять отбор минеральных удобрений в бункере и принудительно перемещать их в тукопровод к сошнику [3].

Известно свойство минеральных удобрений – их гигроскопичность. При повышенной влажности они переходят в пластичное состояние и из-за налипания удобрений штифтовые

катушки превращаются в "цилиндрические ролики". В результате, при влажности нитроаммофоса 7-8 %, суперфосфата 12-15 %, высев практически прекращается [4].

Целью наших исследований явилось повышение равномерности высева трудносыпучих материалов, в частности, переувлажненных минеральных удобрений.

Основная часть. Проведенный патентный поиск показал, что известен катушечно-штифтовый высевающий аппарат [5], у которого каждый из штифтов расположен под тупым углом к продольной оси стойки, а нижняя часть каждого чистика выполнена с пружинными витками.

Недостатками этого устройства являются низкая захватывающая способность Г-образных штифтов, ненадежность конструкции, неспособность разрушения налипших на штифты, слежавшихся, комковатых удобрений и вследствие этого неустойчивый высев.

Эти недостатки свойственны другому катушечно-штифтовому высевающему аппарату [6], в котором катушка снабжена зубчатым венцом водила, расположенным напротив венца выступом и соединенным с муфтой с возможностью возвратно-поступательного движения.

В этом устройстве колеблющееся водило через заслонку очищает доньшко и никак не воздействует на прилипший к катушке материал. Следовательно, не сможет повысить равномерность высева влажного материала.

Известен вибрационный высевающий аппарат [7], содержащий корпус и цилиндрическую катушку со штифтами, отличающийся тем, что с целью повышения равномерности высева корпус снабжен электромагнитным вибровозбудителем, а катушка – с жестко соединенным с ней ферромагнитным кольцом.

Устройство имеет сложную конструкцию, необходимы дорогостоящие материалы (цветной металл, ферромагнит, эластичные материалы) и источник электрической энергии. Колебательное движение получает вся катушка, вместе со штифтами и прилипшими к ним минеральными удобрениями. При этом очистка катушки от последних за счет малого электрического возбуждения недостаточно эффективна. Кроме того, необходима частая смена эластических элементов, что требует сложной разборки и сборки.

Известно высевающее устройство [4], содержащее бункер с высевыми окнами, приводной вал, заслонку и цилиндрическую

катушку с высевающими элементами, причем высевающие элементы выполнены в виде пластин, один конец которых посредством оси шарнирно закреплен на цилиндрической поверхности катушки, пластины установлены рядами па поверхности свободными концами друг к другу, при этом на цилиндрической поверхности катушки установлены фиксаторы, ограничивающие поворот пластин, от шевронного положения до положения по образующей катушки.

Недостатком данного устройства является недостаточная самоочистка высевающих элементов, в том числе за счет наличия фиксаторов, что приводит к снижению равномерности высева труднораспухих материалов, в частности, переувлажненных минеральных удобрений.

Учеными Белорусского государственного аграрного технического университета и Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина предложено высевающее устройство (рисунок 2), содержащее бункер 1 с высевными окнами, приводной вал 2, заслонку 3, высевные окна 4 и цилиндрическую катушку 5 с высевающими элементами.

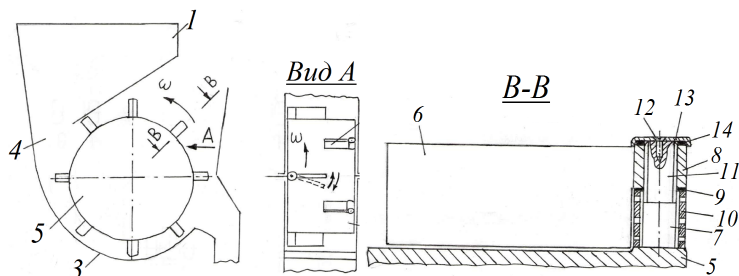


Рисунок 2 – Высевающее устройство

Высевающие элементы выполнены в виде пластин 6, внешние концы которых посредством зафиксированных на цилиндрической катушке осей шарнирно закреплены на цилиндрической поверхности катушки 5. Пластины 6 установлены рядами на поверхности свободными концами друг к другу. Каждая ось выполнена в виде стержня 7 перпендикулярного оси вращения цилиндрической катушки 5. На противоположной поверхности цилиндрической катушки 5 цилиндрической части стержня 7 выполнена ходовая несамотормозящаяся, например, прямоугольная резьба 11, на которую навинчена втулка 8 с аналогичной резьбой и закрепленной на ней

пластиной 6 высевающего элемента, при этом нижнюю часть стержня 7 охватывает примыкающая через регулировочные прокладки 9 к торцу втулки 8 своим внешним торцом прорезная пружина 10 [8], причем по направлению вектора окружной скорости расположенные слева стержни 7 выполнены с левой ходовой резьбой, а расположенные справа от этого вектора – выполнены с правой резьбой. К верхнему торцу стержня 7 с помощью винта 12 закреплена крышка 13, между которой и внешним торцом втулки 8 расположены верхние регулировочные прокладки 14.

Устройство работает следующим образом.

В процессе вращения цилиндрической катушки 5 пластины 6, захватывая удобрения поворачиваются вместе со втулками 8 и занимают шевронное «б» положение. При этом обладающие повышенной жесткостью прорезные пружины 10 сжимаются. После прохождения массива удобрений прорезные пружины 10 расжимаются, происходит возвращение захватывающих элементов в исходное положение и самоочищение пластин 6 от налипших частиц удобрений.

Заключение. Разработана конструкция высевающего устройства, использование которого позволит повысить равномерность высева переувлажненных минеральных удобрений, а также надежность работы всего высевающего устройства в целом.

Список использованной литературы

1. Якушев, В.В. Дифференцированное внесение минеральных удобрений в системе точного земледелия. Агрофизический НИИ. [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://www.agrophys.com/Agrophys_files/Preagro/Preagro_doc/diff_vnes.pdf. Дата доступа: 13.03.2016.
2. Новохатский, В.М. Повышение качества внутрпочвенного внесения твердых минеральных удобрений при основной безотвальной обработке почвы путем совершенствования параметров пневмомеханического тукораспределительного устройства : диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.01 / В.М. Новохатский; [Место защиты: Волгогр. гос. с.-х. акад.].- Волгоград, 2009. – 156 с.
3. Катушечно-штифтовый туковысевающий аппарат / С.О. Нукешев, А.М.Сугирбай, С.К.Тойгамбаев, Н.Н. Романюк // Теоретические и практические вопросы современной науки // Сборник научных работ VII Международной научной конференции Евразийского Научного Объединения (г. Москва, июль 2015). – М. : ЕНО, 2015. — С.24–27.
4. патент KZ (13) B (11) № 15069, 2004.
5. А. с. СССР № 1452504, кл. А 01С 7/12, 1989.
6. А. с. СССР № 1477280, кл. А01С 7/12, 1989.
7. А. с. СССР № 1635923, кл. А 01С 7/12, 1991.
8. Заплетохин, В.А. Конструирование деталей механических устройств / В.А. Заплетохин. – Ленинград : Машиностроение, 1990. – С.287-289.

Гривачевский А.Г.¹, кандидат технических наук, заведующий лабораторией;

Ермашкевич Д.Б.², инженер, заведующий отделом;

Кулик Р.Л.¹, инженер, главный конструктор проекта;

Ленец И.Г.³, главный инженер;

Штейн Б.М.², инженер, заведующая сектором

¹⁾ *Объединенный институт проблем информатики Национальной Академии Наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь*

²⁾ *Открытое акционерное общество «Институт БЕЛОРГСТАНКИНПРОМ», г. Минск, Республика Беларусь*

³⁾ *Открытое акционерное общество «Минский Агросервис», п. Юбилейный, Минский район, Республика Беларусь*

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Аннотация. В статье представлена информация о перспективных процессах автоматизации технологической подготовки производства на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения на основе современных средств информационных технологий.

Ключевые слова. Автоматизация, архив, база данных, деталь, документация, модуль, раскладка, технологический процесс.

Annotation. The article provides the information on perspective processes of automation of technology preproduction at the enterprises of agricultural engineering on the basis of modern information technologies.

Keywords. Automation (computer support), archive, database, part, documentation, module (unit), placing, technological process

Введение. Продукция сельскохозяйственного машиностроения является металлоемкой, технологически сложной и ее изготовление требует значительных материальных и трудовых затрат. Сегодня в условиях рыночных отношений актуальным является повышение ее

конкурентоспособности, т.е. снижение себестоимости, повышение качества и сокращение сроков ее изготовления.

Единственным реальным путем резкого снижения трудоемкости технологического проектирования является создание, развитие и внедрение в практику работы предприятий систем автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей на основе современных средств информационных технологий.

Функциональные возможности автоматизированной системы подготовки производства

Проектирование технологических процессов является, основным звеном всей системы технологической подготовки производства (ТПП), которое решающим образом влияет на сроки подготовки и освоения новых изделий. Разработанные технологические процессы определяют методы обеспечения точности при сборке и при изготовлении деталей, форму организации производства и, следовательно, трудоемкость процессов. Виды заготовок и припуски на обработку характеризуют коэффициент использования материала. Разработка унифицированных операций и технологических процессов в значительной степени определяет объем работ практически по всем этапам ТПП. От принятого уровня оснащенности, видов применяемой технологической оснастки и специального инструмента зависит объем работ в конструкторских подразделениях отдела главного технолога и в инструментальном производстве. Обоснованное нормирование всех элементов технологических процессов направлено на определение себестоимости изделия.

Для решения указанных выше задач ОИПИ НАН Беларуси и ОАО «Институт БЕЛОРГСТАНКИНПРОМ» в рамках ГНТП «Информационные технологии» разработана и внедрена на ОАО «Минский Агросервис» автоматизированная система подготовки производства предприятия по выпуску сельскохозяйственных машин и оборудования для механизации сельскохозяйственных работ, которая выполняет следующие основные функции:

-возможность интеграции с графическими пакетами разных производителей;

-ведение автоматизированного архива деталей и сборочных единиц;

-ввод информации с электронных чертежей и 3Д-моделей, созданных в разных графических системах;

-создание и ведение единой базы данных технологического назначения;

-проектирование сквозного технологического маршрута (расцеховка);

-обеспечение сквозного автоматизированного проектирования техпроцессов по схеме: раскладка, раскрой на гильотинных ножницах, машинах термической резки (МТР), и отрезных станках, холодная штамповка, механическая обработка, сварка, лакокрасочные и гальванические покрытия;

- автоматизированное проектирование технологических процессов механической обработки и холодной штамповки в автоматическом и диалоговом режимах (в том числе с использованием комплексных технологических процессов (КТП) и методом синтеза с использованием конструкторско-технологических элементов (КТЭ));

- автоматизированный режим создания и возможность редактирования раскладки деталей произвольной формы при их резке на машинах термической резки и гильотинных ножницах;

- автоматизированный режим создания и возможность редактирования раскладки заготовок из круглого и профильного проката при резке на отрезных станках;

- автоматизированный расчет коэффициента использования материала (КИМ) и норм расхода материалов во всех режимах построения схем раскладки;

- подключение и функционирование в составе комплекса узкоспециализированных автоматизированных систем для установок термической резки;

- построение маршрута резки на МТР;

- проектирование и формирование управляющих программ на машинных носителях для МТР и карт технологической информации раскроя с выводом траектории перемещения инструмента;

- передача данных между единой базой данных и модулями, выполняющими основные функции автоматизированной системы;

- обмен данными с информационными системами предприятия;

- интеграция и проектирование сквозного технологического процесса обработки деталей по переделам;
- формирование и вывод стандартной технологической документации на принтер или графопостроитель.

Для реализации этих функций описываемая автоматизированная система технологической подготовки производства предприятия включает в себя следующие основные компоненты:

- САД – система (графический пакет «Компас» и др.);
- система управления базами данных (СУБД);
- база данных технологического назначения, подключенная к СУБД;
- архив изделий;
- программный модуль для графического ввода геометрической информации с электронных чертежей и 3Д-моделей;
- объектно-ориентированные модули автоматизированного проектирования технологических процессов (ТП) механической обработки, холодной штамповки, сварки, гальванических покрытий, лакокрасочных покрытий, раскладки деталей для резки на машинах термической резки, раскладки деталей для резки на гильотинных ножницах, раскроя деталей из прутка.
- программный модуль генерации форм технологических документов;
- архив техпроцессов;
- программный модуль связи с информационными системами предприятия.

Данные о результатах работы всех модулей накапливаются в общем архиве системы. Модули получают информацию об изделиях, узлах и деталях из архива изделий автоматизированной системы. По мере работы модулей результаты передаются в архив техпроцессов автоматизированной системы. Таким образом, модули связаны как с условно-постоянными данными базы данных, так и с архивами автоматизированной системы.

К условно-постоянным относятся данные об:

- основных и вспомогательных материалах;
- заготовках;
- оборудовании;
- оснастке;
- операциях;

- переходах;
- справочниках;
- КТП.

В архивах автоматизированной системы накапливаются данные о:

- структуре изделий;
- характеристиках изделий, узлов, деталей;
- расходах материалов на изделия;
- техпроцессах соответственно на изделия, узлы, детали по переделам.

Заключение. В 2015 году автоматизированная система технологической подготовки производства прошла опытно-промышленную проверку и внедрена на ОАО «Минский Агросервис». Внедрение новой системы обеспечивает:

- сокращение сроков подготовки производства на 20 - 25 %;
- экономия металлопроката на 5 - 10%;
- повышение загрузки оборудования на 15-20 %.

В 2016-2018 годах планируется внедрение типовых решений автоматизированной системы подготовки производства на других предприятиях Республиканского объединения «Белагросервис».

Мисуно О.И., кандидат технических наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС» ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ И ПОСЕВЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье обосновывается повышение эффективности работы колесных тракторов «Беларус» при выполнении обработки почвы и посеве зерновых культур за счет передачи части мощности двигателя на привод опорных колес (технологического модуля) рабочей машины – в результате снижается буксование движителей и потери мощности на буксование.

Ключевые слова: трактор, почвообрабатывающий посевной агрегат, буксование, потери мощности.

Annotation. Increase of overall performance of the wheel Belarus tractors during the performing of processing of the soil and crops of grain crops due to transfer of part of engine capacity on the drive of basic wheels (the technological module) of the working car is proved in article – slipping of propellers and loss of power on slipping as a result decreases.

Keywords: tractor, soil-cultivating sowing unit, slipping, losses of power.

Введение. К важнейшим агротехническим приемам земледелия справедливо относят обработку почвы и посев культурных растений. Именно они создают почвенные условия, в которых произрастают и в дальнейшем развиваются растения.

В последние годы во всех развитых странах мира ведутся интенсивные поиски новых технологических приемов обработки почвы, направленные на защиту ее от эрозионных процессов, сохранение и повышение плодородия почвы, а также на сокращение трудовых, денежных и энергетических затрат. Другим важным фактором, определяющим развитие почвообрабатывающей и посевной техники, является рост энерговооруженности сельского хозяйства, в том числе путем увеличения единичной мощности тракторов.

Основная часть. Повышение энергонасыщенности тракторов и развитие машинных технологий возделывания сельскохозяйственных культур привело к опережению роста массы технологической части МТА относительно роста массы трактора. С применением комбинированных агрегатов масса технологической части агрегата сравнялась с массой энергетической части, и можно прогнозировать, что в будущем масса технологической части агрегата будет превосходить массу энергетической.

Противоречие между необходимостью снижения веса трактора и сохранением тягово-сцепных свойств можно устранить, если в качестве сцепного использовать вес всего агрегата, включая технологическую часть, а не только вес трактора.

Радикальный способ увеличения относительной доли сцепного веса в агрегате, или активизации веса агрегируемой машины – это оснащение его технологической части ведущими колесами, приводимыми от системы отбора мощности. Такой подход становится особенно актуальным, если масса агрегируемой машины приближается к массе трактора. В этом случае только часть мощности двигателя будет реализовываться через ходовую систему трактора и его удельная материалоемкость может быть снижена. В зависимости от соотношения сцепных весов трактора и рабочей машины активно приводные колеса последней могут обеспечить прирост тягового усилия от 50 до 100 %.

В этой связи рассмотрим целесообразность построения комбинированного агрегата совмещающего предпосевную обработку почвы и посев зерновых культур на основе энергонасыщенных тракторов, реализующих часть мощности двигателя на привод опорных колес сельскохозяйственной машины. В состав агрегата входят энергонасыщенный колёсный трактор «Беларус 3022» и комбинированный почвообрабатывающе-посевной агрегат АПП-6. Мощность двигателя энергетического средства при этой схеме построения агрегата реализуется через ходовой аппарат трактора (энергетического модуля) и передаётся на привод опорной тележки орудия (технологического модуля). Трактор в данном случае выполняет функцию тягово-энергетического средства.

Существенное влияние на эффективность работы почвообрабатывающе-посевной машины, на производительность агрегата, на снижение энергетических затрат на выполнение технологического процесса оказывает буксование. Величина буксования ведущих колес сельскохозяйственных агрегатов характеризуется отношением потерянной скорости поступательного

движения к возможному ее теоретическому значению. При этом из-за буксования теряется часть мощности, передаваемой от двигателя энергетического средства через трансмиссию к движителям.

Для анализа потерь мощности на буксование N_{δ} при работе трактора «Беларус» (энергетический модуль) с почвообрабатывающим посевным агрегатом, имеющим приводные опорные колеса (технологический модуль), у которого часть веса машины для создания касательной силы тяги представим уравнение определяющее величину теряемой мощности на буксование

$$N_{\delta} = (F_T + G_T f_T) \frac{v \delta_T}{1 - \delta_T} + (F_M + G_a f_M) \frac{v \delta_M}{1 - \delta_M}, \quad (1)$$

где F_T – тяговое усилие на крюке трактора;

F_M – тяговое усилие создаваемое технологическим модулем;

G_T, G_a – вес, соответственно, трактора и агрегата;

G_M – сцепной вес агрегата;

f_T, f_M – коэффициент сопротивления качению, соответственно, трактора и технологического модуля;

δ_T, δ_M – буксование движителей, соответственно, трактора и технологического модуля;

v – скорость движения.

Результаты тяговых испытаний тракторов «Беларус» на поле подготовленном под посев можно аппроксимировать уравнением вида:

$$\delta_T = a_0 \left(\frac{\frac{F_T}{G_T} + f_T}{\phi_{\max}} \right)^4 + b_0 \left(\frac{\frac{F_T}{G_T} + f_T}{\phi_{\max}} \right)^2 + c_0 \left(\frac{\frac{F_T}{G_T} + f_T}{\phi_{\max}} \right), \quad (2)$$

где a_0, b_0, c_0 – постоянные коэффициенты, определяемые из кривых буксования; ϕ_{\max} – максимальное значение коэффициента использования сцепного веса.

Буксование движителей технологического модуля можно представить уравнением аналогичным уравнению (2):

$$\delta_M = a_0 \left(\frac{\frac{F_M}{G_M} + f_M}{\phi_{\max}} \right)^4 + b_0 \left(\frac{\frac{F_M}{G_M} + f_M}{\phi_{\max}} \right)^2 + c_0 \left(\frac{\frac{F_M}{G_M} + f_M}{\phi_{\max}} \right), \quad (3)$$

Тяговое сопротивление почвообрабатывающего посевного агрегата равно

$$P = F_T + F_M. \quad (4)$$

Доля тягового усилия трактора составит

$$\varepsilon_T = \frac{F_T}{P} = \frac{F_T}{F_T + F_M}. \quad (5)$$

Тогда тяговое усилие энергетического и технологического модулей могут быть представлены

$$F_T = \varepsilon_T P; \quad F_M = \varepsilon_M P = (1 - \varepsilon_T) P, \quad (6)$$

где ε_M – доля тягового усилия технологического модуля.

В процессе работы агрегата всегда обеспечивается равенство

$$\varepsilon_T + \varepsilon_M = 1. \quad (7)$$

Подставляя выражения (4) – (6) в (2) и (3) построим графические зависимости буксований движителей энергетического и технологического модулей от доли тягового усилия трактора в тяговом сопротивлении орудия ε_T (рисунок 1). В расчетах примем следующие данные: $a_0 = 0,245$; $b_0 = -0,336$; $c_0 = 0,237$; $P = 50000$ Н; $G_T = 115000$ Н; $G_a = 70000$ Н; $G_M = 0,5G_a$; $v = 2,5$ м/с; $\phi_{\max} = 0,6$; $f_T = f_M = 0,2$. Анализ графической зависимости (рисунок 1) показывает, что в случае, если опорные колеса агрегата не являются приводными, то буксование движителей трактора составляет 17 %, которое по мере роста тягового усилия технологического модуля снижается.

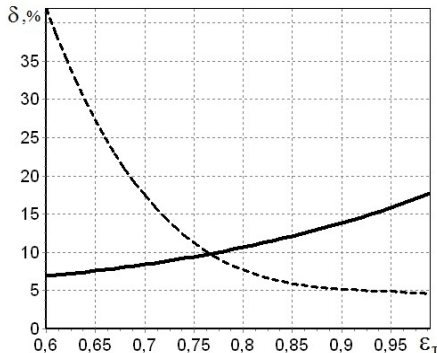


Рисунок 1 – Зависимости буксований движителей энергетического (—) и технологического (-----) модулей от доли тягового усилия трактора в тяговом сопротивлении орудия ε_T

Подставляя выражения (2) – (6) в (1) построим графическую зависимость потерь мощности на буксование при работе почвообрабатывающего посевного агрегата с трактором «Беларус 3022» от величины ϵ_T (рисунок 2).

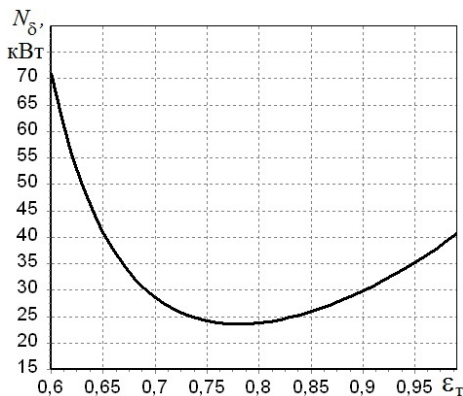


Рисунок 2 – Зависимость потерь мощности на буксование при работе почвообрабатывающего посевного агрегата с трактором «Беларус 3022» от величины ϵ_T

Анализ построенных графических зависимостей показывает, что в случае, если опорные колеса агрегата не являются приводными, то потери мощности на буксование составляют 41 кВт, а наименьшие потери мощности на буксование достигаются при одинаковых буксованиях движителей энергетического и технологического модулей, т.е. $\delta_T = \delta_M$ и составляют 24 кВт. Тогда

$$\frac{F_T}{G_T} = \frac{F_M}{G_M} \quad (8)$$

Принимая во внимание выражения (4) и (8) получим

$$F_T = P \frac{G_T}{G_T + G_M}; \quad F_M = P \frac{G_M}{G_T + G_M} \quad (9)$$

Заключение. Таким образом, наименьшие потери мощности на буксование при работе почвообрабатывающего посевного агрегата, построенного по модульной схеме, у которого функции энергетического модуля выполняет трактор «Беларус», технологического модуля – опорная приводная тележка достигаются когда тяговые усилия модулей пропорциональны их сцепному весу.

Издебский В.¹, доктор экономических наук,

Мачяшэк М.², инженер,

Скудларски Я.², кандидат сельскохозяйственных наук,

Заяц С.³, кандидат экономических наук

¹*Варшавский Политехнический Университет, Польша*

²*Варшавский Университет Естественных Наук, Польша*

³*Государственная высшая профессиональная школа в г. Кросно, Польша*

ДОПУСТИМОЕ ВРЕМЯ ПРОСТОЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПОЛЬШИ

Аннотация. В настоящей работе определено допустимое время простоя зерноуборочных комбайнов из-за их отказа, и оценен риск возникновения потерь урожая зерновых при благоприятных и неблагоприятных погодных условиях. Исследование основано на экспертно-математическом методе. Результаты исследования показали, что наибольшая допустимая продолжительность простаивания зерноуборочных комбайнов в Лодзинском воеводстве составляет от 5 до 7 дней, в зависимости от погодных условий во время уборки урожая, в то время как самая низкая от 1 до 2 дней.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, простой, потери

Annotation. In the present article was determined the allowable downtime of grain combine harvesters because of their failure, and assessed the risk of grain harvest losses under favorable and unfavorable weather conditions. The research procedure is based on expert and mathematical method. The results of research showed that the maximum allowable duration of downtime the combine harvesters in Lodz Province is from 5 to 7 days, depending on weather conditions during harvest, while the lowest duration is from 1 to 2 days.

Key words: combine harvester, simple, losses

Введение

Достижение положительных финансовых результатов от реализации сельскохозяйственной продукции во многом зависит от соблюдения рекомендованных сроков выполнения агротехнических мероприятий [1]. Проведение агротехнических работ в рекомендованный срок в значительной мере обусловлено надежной работой тракторов и сельскохозяйственных машин. В случае отказа используемых машин, своевременное выполнение

мероприятий, особенно в период интенсивных полевых работ, является трудной задачей[2].

По мнению различных авторов [3,4,5], потери, вызванные задержками с выполнением агротехнических мероприятий, колеблются в пределах от 0,5% до 2% за каждый день задержки. Значительные потери, связанные с несвоевременным выполнением данных мероприятий, могут возникнуть во время уборки зерновых культур [6,7]. Несвоевременная уборка также ведет к дополнительным затратам, связанным с дополнительной сушкой и очисткой зерна. Независимо от этого, значительное запоздание с уборкой – папа причина самоосыпания зерна, что, в крайнем случае, может привести к полной потере урожая [6].

Последствия несвоевременного выполнения агротехнических работ, часто определяемые зарубежными исследователями как «стоимость непунктуальности» (timeliness costs), считаются очень важными, особенно в таких направлениях агротехнических работ, как уборка урожая и химическая защита растений. При этом, важную роль они имеют в регионах с короткими агротехническими периодами [8].

Необходимость учета «стоимости непунктуальности» в процессе принятия решений по выбору средств механизации подчеркивается многими авторами [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

При осуществлении процедуры подбора машин для фермерского хозяйства очень важна информация, способствующая вовремя предупредить о потерях урожая допустимой продолжительности простоя машин из-за их отказа. Это относится, в частности, к зерноуборочным комбайнам, поскольку запоздание с уборкой оказывает существенное влияние на стоимость выполнения такого мероприятия [11, 6].

Вопрос допустимых простоев машин по техническим причинам не был полностью решен. Данную проблему рассмотрели Заяц и др., определив допустимую продолжительность простоя тракторов для отдельных агротехнических периодов [16].

Наблюдается, однако, недостаток подобных исследований, касающихся уборки урожая зерновыми комбайнами.

Цель данной публикации – восполнить пробел в этой области.

В статье исследуется определение риска потерь урожая зерновых культур из-за простаивания зерноуборочных комбайнов. Данная информация может быть использована в моделях принятия решений, касающихся выбора соответствующей сельскохозяйственной техники для фермерских хозяйств, или в моделях управления рисками в таких хозяйствах [17].

Цель и методы исследования

Целью исследования было определение допустимого времени простоя комбайна из-за его отказа во время уборки урожая для выбранных растений, которое не будет вызывать количественных и качественных потерь урожая зерновых. В рамках исследования также была проведена оценка риска возникновения потерь урожая выбранных зерновых, вызванных задержкой с уборкой и проведением ее вне агротехнического периода из-за отказа зерноуборочного комбайна. Исследовались следующие группы растений: озимые и яровые культуры, рапс и кукуруза на зерно. Анализ включал два варианта погодных условий (благоприятные и неблагоприятные), преобладающих во время уборки урожая зерновых.

Исследование было основано на экспертно-математическом методе, известном в литературе как «метод экспертных оценок» [18, 19].

В ходе настоящего исследования эксперты определили максимально допустимое время простоя комбайна в днях отдельно для благоприятных и неблагоприятных погодных условий, преобладающих во время уборки урожая.

Уровень риска возникновения значительных потерь зерна для выбранных растений, вызванных задержкой с уборкой и проведением ее вне агротехнического периода из-за отказа зерноуборочного комбайна, эксперты определили отдельно для благоприятных и неблагоприятных погодных условий. Значение величины риска выражается в баллах по шкале 1 – 10, где значение «10» означает очень высокий риск, значение «1» – очень низкий.

Эксперт оценил максимальное число дней простоя и риск, введя значения в специально разработанные таблицы исследовательской анкеты.

Группа экспертов состояла из владельцев фермерских хозяйств или их сыновей, назначенных наследниками хозяйств, где используются зерноуборочные комбайны. Одним из условий получения статуса эксперта был опыт работы в крестьянском хозяйстве не менее 5 лет. Кроме того, эксперты провели самооценку и были оценены авторами исследований с точки зрения практического опыта в области производства зерновых, а также использования зерноуборочных комбайнов.

Численность группы экспертов составила 30 человек. Экспертами были представители фермерских хозяйств, находящиеся на территории Лодзинского воеводства (Центральная Польша). Площадь хозяйств колебалась от 19 до 680 га, в том числе

площадь выращивания зерновых находилась в пределах 12 - 680 га.

Данные, полученные от экспертов посредством анкет, были введены в подготовленный расчетный алгоритм Microsoft Excel, предназначенный для статистической обработки в соответствии с принципами, изложенными в литературе [18,19].

Согласованность мнений экспертов была проверена с помощью коэффициента вариации, значение которого было стандартизировано для нужд экспертно-математического метода [18,19]. Согласованность мнений экспертов считалась достаточной, когда коэффициент вариации был ниже 0,25. В случае значения выше 0,3 согласованность оценок считалась низкой.

При отсутствии удовлетворительной согласованности экспертных оценок, предусматривалось повторное исследование. На этом этапе эксперты, имеющие оригинальную точку зрения, отличающуюся от мнения большинства, были информированы об оценках других экспертов и должны были высказаться по их оценкам.

Результаты исследования

На основании результатов исследования можно сделать вывод, что самая высокая допустимая продолжительность простаивания зерноуборочных комбайнов в условиях Лодзинского воеводства относится к уборке кукурузы на зерно и колеблется от 5 до 7 дней, в зависимости от погодных условий во время уборки урожая. Наименьшее допустимое время простаивания относится к уборке рапса. В случае неблагоприятных погодных условий, время простоя не должно быть больше одного дня. При благоприятных погодных условиях время простаивания зерноуборочного комбайна не должно превышать 2 дней.

Полученные результаты обобщены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Допустимое время простаивания комбайна из-за его отказа во время уборки урожая названных растений, не вызывающее количественных и качественных потерь зерна при благоприятных погодных условиях.

Обозначение группы	Вид растения	Допустимая продолжительность простоя [в днях]	Коэффициент вариации
С 21	Озимые зерновые	5,0	0,22
С 22	Яровые зерновые	3,5	0,25
С 23	Рапс	1,8	0,23
С 24	Кукуруза на зерно	7	0,23

Источник: собственное исследование

Таблица 2 – Допустимое время простаивания комбайна из-за его отказа во время уборки урожая названных растений, не вызывающее количественных и качественных потерь зерна при неблагоприятных погодных условиях.

Обозначение группы	Вид растения	Допустимая продолжительность простоя [в днях]	Коэффициент вариации
С 21	Озимые зерновые	3,3	0,30
С 22	Яровые зерновые	2,2	0,25
С 23	Рапс	1,1	0,17
С 24	Кукуруза на зерно	5	0,20

Источник: собственное исследование

Исследование уровня риска возникновения потерь зерна названных растений в связи с задержкой уборки и проведением ее вне агротехнического периода из-за отказа зерноуборочного комбайна при благоприятных и неблагоприятных погодных условиях показало, что самый высокий риск возникновения потерь относится к рапсу, а самый низкий – к кукурузе на зерно. В случае рапса, по мнению экспертов, участвующих в исследовании, риск возникновения потерь урожая этого растения в связи с задержкой с уборкой при неблагоприятных погодных условиях является очень высоким и был оценен в 9,9 баллов (по шкале от 1 до 10 баллов).

Отсюда следует, что в фермерских хозяйствах, где выращивается рапс, комбайны должны характеризоваться более высоким уровнем надежности, чем в хозяйствах, в которых выращивается кукуруза на зерно.

Полученные результаты обобщены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 –Уровень риска возникновения потерь зерна названных растений в связи с задержкой с уборкой и проведением ее вне агротехнического периода из-за отказа зерноуборочного комбайна при благоприятных погодных условиях.

Обозначение группы	Вид растения	Уровень риска [в баллах]	Коэффициент вариации
С 21	Озимые зерновые	2,9	0,19
С 22	Яровые зерновые	3,0	0,19
С 23	Рапс	6,0	0,10
С 24	Кукуруза на зерно	1,6	0,25

Источник: собственное исследование

Таблица 4 –Уровень риска возникновения потерь зерна названных растений в связи с задержкой уборки и проведением ее вне агротехнического периода из-за отказа зерноуборочного комбайна при неблагоприятных погодных условиях.

Обозначение группы	Вид растения	Уровень риска [в баллах]	Коэффициент вариации
С 21	Озимые зерновые	6,0	0,14
С 22	Яровые зерновые	6,2	0,12
С 23	Рапс	9,9	0,03
С 24	Кукуруза на зерно	4,5	0,25

Источник: собственное исследование

Выводы

Результаты исследования показали, что самая низкая допустимая продолжительность простаивания комбайна в условиях Лодзинского воеводства относится к уборке рапса. В случае благоприятных погодных условий, время простоя этих машин не должно быть больше двух дней, в то время как при неблагоприятных условиях – одного дня. Наибольшее допустимое время простаивания зерноуборочных комбайнов относится к уборке кукурузы на зерно.

Исследование уровня риска возникновения потерь зерна названных растений в связи с задержкой уборки и проведением ее вне агротехнического периода из-за отказа зерноуборочного комбайна при благоприятных и неблагоприятных производственных условиях показало, что наибольший риск возникновения потерь урожая касается уборки рапса, а наименьший – уборки кукурузы на зерно.

Список использованной литературы

- 1 Banasiak J., Cież J. Projektowanie mechanizacji procesów technologicznych w gospodarstwach rolnych. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, 1995
- 2 Juściński S., Piekarski W. Eksploatacja pojazdów rolniczych w aspekcie struktury popytu na usługi przeglądów serwisowych. Eksploatacja i Надёжность – 2010- Nr 1- s. 59-68
- 3 Budzyński W. Efektywność wybranych czynników produkcji nasion rzepaku ozimego. Poradnik dla producentów - Rzepak, Biznes-Press, 2000
- 4 Dreszer K., Gieroba J., Roszkowski A., 1998: Kombajnowy zbiór zbóż. IBMER, Warszawa

- 5 Karwowski T. Podstawy zespołowego użytkowania maszyn. IBMER, Warszawa, 1998
- 6 Lorencowicz E. Wpływ terminu zbioru na koszty zbioru zbóż kombajnami. Rolniczy Przegląd Techniczny – 1999 - Nr 2 s. 10-11
- 7 Soerensen C.G. Workability and Machinery Sizing for Combine Harvesting. Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Manuscript PM 03 003 Vol V, 2003
- 8 Gunnarson C. Timeliness Costs in Grain and Forage Production Systems. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 2008
- 9 ASAE Standars 2003, [электронный ресурс]: <http://www.asae.org> (дата доступа: 06.02.2015)
- 10 de TORO A. Influences on Timeliness Costs and their Variability on Arable Farms. Biosystems Engineering – 2005- 92 (1) s. 1–13
- 11 Izdebski W. Strategie wyposażenia gospodarstw w kombajny zbożowe. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 2003
- 12 Gunnarson C., Sprondly R., Andres Hannsson P. Timeliness Costs for the Silage Harvest in Conventional and Organic Milk Production. Biosystems Engineering - 2005- 92 (3): 285–293
- 13 Edwards W., 2009: Farm Machinery Selection. [электронный ресурс]: <http://www.extension.iastate.edu/agdm/crops/html/a3-28.html> (дата доступа: 12.08.2014)
- 14 Villegas Hernandez A. M., 2009: Timeliness cost for agricultural sprayers - weed control in cereal crops. Swedish University of Agricultural Sciences Department of Energy and Technology
- 15 Арютов, Б.А. Методы повышения эффективности механизированных производственных процессов по условиям их функционирования в растениеводстве: Учебное пособие / Б.А. Арютов и [др.]. Москва: Академия Естественных наук, 2010 [электронный ресурс]: <http://www.rae.ru/monographs/81> (дата доступа: 06.02.2016)
- 16 Zając S., Izdebski W., Kusz D. Dopuszczalne przestoje ciągników z powodu awarii w wybranych okresach agrotechnicznych. MOTROL -2007- Nr 9 s. 193–199
- 17 Ladaniuk A., Prokopenko T., Reshetiuk V. The model of strategic management of organizational and technical systems, taking into account risk-based cognitive approach. Annals of Warsaw University of Life Sciences – 2014 – SGGW Agriculture No 63 (Agricultural and Forest Engineering) s. 97-104
- 18 Гинякова, В.И. Математические методы обработки экспертной информации. Учебное пособие Воронежского гос. университета, 2006. – 68 с.
- 19 Трайнев ,В.А. Параметрические модели в экспертных методах оценки при принятии решений, Прометей 2003. – 232 с.

Бетень Г.Ф., кандидат технических наук, доцент;
Анискович Г.И., кандидат технических наук, доцент
*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет»*

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИМПУЛЬСНОГО ЗАКАЛОЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЖИДКОСТЬЮ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ

Аннотация. В статье приведены сведения о реализации технологии импульсного закалочного охлаждения жидкостью в производственных условиях и технологическом оснащении термических производств.

Ключевые слова. Закалочное охлаждение, ремонтные заготовки, закалочное устройство, технологический модуль, твердость, прочность, ударная вязкость, ресурс, структурное строение.

Annotation. The article presents data on the implementation of the pulse quenching liquid cooling technology in a production environment and the technological equipment of thermal plants.

Keywords. Hardening cooling, repair workpiece, hardening device, technological module, hardness, strength, impact toughness, resource, structural composition.

Введение. Современный этап перевода экономики металлопотребляющих производств, к которым относятся сельхозмашиностроение и ремонтно-обслуживающие предприятия АПК, на инновационный путь развития требует проведения их глубокой технологической модернизации. В наибольшей мере это касается термических производств [1, 2, 3]. До настоящего времени на этих производствах преобладали традиционные закалочные методы (закалка с охлаждением стальных заготовок погружением в воду или масло). На протяжении многих десятилетий в совершенствование технологии закалочного охлаждения не вносилось сколь заметных новшеств, направленных на повышение качества и конкурентности металлопродукции, упрочняемой закалкой.

Актуальность проведения широкомасштабной технологической модернизации термических производств подтверждается назревшей необходимостью освоения отечественного наукоемкого производства сменных деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин (ДРОМ), не уступающих по техническому уровню лучшим мировым аналогам. Она должна сопровождаться сменой традиционных подходов на применение новых конструкционных сталей повышенной эксплуатационной надежности, при производстве и упрочнении которых реализуются элементы нанотехнологий [4, 5, 6, 7]. Ресурсы повышения физико-механических и эксплуатационных свойств традиционными подходами (легирование, химико-термическая обработка, традиционная закалка охлаждением погружением в охлаждающую среду и другие методы без существенного изменения размера характерного структурного элемента) по сути исчерпаны. Это стимулирует разработку научных направлений с использованием элементов нанотехнологий для решения проблемы на основе одновременного сочетания высокой прочности, твердости, вязкости, пластичности и износостойкости [8, 9]

К настоящему времени отставание в области производства сменных ДРОМ, не уступающих по техническому уровню зарубежным аналогам сокращается. Примером технического решения проблемы освоения отечественного производства конкурентоспособной продукции (сменных ДРОМ) является использование технических решений [10, 11, 12] и технологии импульсного закалочного охлаждения потоком воды или водного раствора кальцинированной соды (ТИЗОЖ) [4, 13, 14]. Данная технология является свидетельством актуальности и научной новизны технических решений применительно к сменным деталям рабочих органов сельскохозяйственной техники, созданных специалистами БГАТУ. Она прошла проверку в производственных условиях уже на целом ряде предприятий республики [14]. ТИЗОЖ является объектом конструкторской [11, 12] и опытно-технологической разработки [14] с высокой степенью завершенности.

Технология импульсного закалочного охлаждения жидкостью (ТИЗОЖ) является отечественной, обладает патентной чистотой и защищенностью [10, 11, 12], энерго- ресурсо- и природосберегающей, высокой производительностью около 600 изделий в смену и лимитируется пропускной способностью

нагревательной печи. Основным классификационным признаком ТИЗОЖ является отнесение её к нанотехнологии, так как с её реализацией при заданных режимах и их параметрах в изделиях из конструкционной стали формируется наноструктурированное состояние, характеризующееся размером характерного структурного элемента в диапазоне 30...80 нм [17]. В зарубежной практике аналогом такого технического решения наиболее распространенной является технология под названием «Conit» (интеллектуальная собственность норвежской фирмы «Kverneland») [18]. В работе [19] сообщается о получении стальных заготовок с размером структурных элементов не более 40 нм.

Основная часть. По аналогии с традиционными методами термической обработки ТИЗОЖ включает три основных этапа: нагрев; изотермическую выдержку; охлаждение заготовок в заданных параметрах этих режимов.

В производственных условиях для нагрева стальных ремонтных заготовок (РЗ) используются печи сопротивления камерного типа. Для мелких РЗ (долото, нож измельчителя, нож косилки) применяются нагревательные печи типа ПКМ 3.6.2/11 мощностью 12 кВт. РЗ среднего размера (диск сошника, грудь отвала, стрельчатая лапа) рекомендуется нагревать в печах типа СНО 4.8.3/11. Мощность такой печи составляет 18 кВт. Для нагрева крупных РЗ (диски луцильников и дискаторов, полевые доски, лемехи) в производственных условиях апробированы нагревательные печи типа СНО 8.8.4/11. Мощность этого типа печей может составлять 35 – 70 кВт.

Число нагревательных печей (НП) рекомендуется уточнять с учетом годовой производственной программы, размеров и массы РЗ (толщина ДРОМ составляет 4 – 14 мм), продолжительности нагрева и массы РЗ одной садки.

Современные нагревательные печи типа ПКМ, СНО, СНОЛ комплектуются микропроцессорными контроллерами по аналогии с «ТЕРМОДАТ». Точность измерения нагрева РЗ обеспечивается $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

В соответствии с технологической схемой ТИЗОЖ, нагретая до температуры аустенитизации стальная ремонтная заготовка устанавливается в устройство закалочного охлаждения [12] и фиксируется. После этого в зазоры между РЗ и ограждающими поверхностями, формируемыми матрицей и пуансоном закалочного устройства, подается быстро движущийся поток

охлаждающей жидкости (ОЖ). Температура и скорость потока ОЖ задается в определенном интервале. В производственных условиях апробированы ряд сменных устройств закалочного (УЗО) высокоинтенсивного охлаждения жидкостью (к настоящему времени используется около 20 типов конструкций УЗО). Они имеют, как правило, индивидуальное назначение. Основными конструктивными элементами УЗО являются матрица и пуансон [12]. Для сложнопрофильных РЗ (лемех, сферический диск и др.) матрица и пуансон изготавливаются на копировально-фрезерных станках с ЧПУ по чертежам, выполненным в трехмерном изображении. Апробированы различные варианты фиксации УЗО с применением винтовых устройств, пневматических и гидравлических приводов

Устройства закалочного охлаждения разрабатывается для каждого типоразмера деталей индивидуально. Оно является сменяемым блоком технологического модуля (ТМ) [11]. Функционирование взаимосвязанных технических средств ТМ позволяет охлаждать детали при их закалке с учетом требуемой критической скорости охлаждения, регламентируемой для данной марки стали, со скоростью от $400^{\circ}\text{C}/\text{с}$ до $5000^{\circ}\text{C}/\text{с}$ и более. Продолжительность цикла охлаждения изменяется в зависимости от формы, марки материала РЗ и требований предъявляемых к детали в эксплуатации. Она не превышает 3 – 5 с (регламентируется реле времени с интервалом 0,1 с)

ТМ для реализации ТИЗОЖ состоит из комплектующих отечественного производства. В производственных условиях реализованы два варианта ТМ. В одном случае работа ТМ осуществляется с использованием системы оборотного водоснабжения предприятия (реализовано на ОАО «КЗТШ» и ОАО «Дрогичинский ТРЗ»). Второй вариант ТМ включает автономную систему водоснабжения. В этом случае создаются отдельные емкости для воды объемом от 5 до 15 м^3 . ОЖ циркулирует по замкнутому контуру (реализовано на ОАО «Минский Агросервис», ОАО «Витебский МРЗ», ПРУП «МЗШ», ТНПЦ БГАТУ).

С учетом накопленного опыта использования ТИЗОЖ в производственных условиях, установлено, что температура ОЖ на входе в УЗО может находиться в интервале 278 – 303К. При удельном расходе ОЖ в случае двухстороннего охлаждения РЗ не менее $200 \text{ л}/\text{с}/\text{м}^2$, температура ОЖ на выходе из УЗО повышается не более 10 К, что не приводит к ухудшению условий труда. С

помощью блока управления расходом ОЖ в конструкции ТМ обеспечиваются условия реализации остаточной температуры для РЗ одинаковой толщины в интервале 433 – 473 К с целью обеспечения самоотпуска.

Твердость закаленной поверхности РЗ достигается при соблюдении основного параметра закалочного устройства – расхода охлаждающей жидкости (воды) в интервале её подогрева (Δt) от 5°C до 15°C) при охлаждении заготовки в потоке воды. Изменение расхода (Q , л) охлаждающей жидкости для указанных условий охлаждения заготовок из стали 60ПП, 30ХГСА представлено графически (рисунок 1).

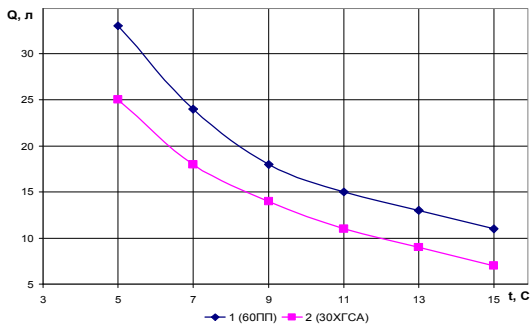


Рисунок 1 – Изменение расхода охлаждающей жидкости (Q , л) от температуры её подогрева при охлаждении стальной заготовки толщиной 8мм (масса 1 кг.) в потоке воды при избыточном давлении 0,40 МПа. 1 – заготовка из стали 60ПП; 2 – заготовка из стали 30ХГСА.

Плотность орошения является одним из параметров ТИЗОЖ. В каждом конкретном варианте применения ТИЗОЖ следует уточнять плотность орошения Q стальной РЗ площади внешней охлаждаемой поверхности S_1 из соотношения

$$Q = \frac{M_1}{S_1 \cdot \tau_o},$$

где M_1 – объем охлаждающей жидкости на охлаждение одной стальной РЗ, л;

τ_o – продолжительность цикла охлаждения, с

Расчетные численные значения параметра Q должны быть не менее 200 л/м² · с.

ТИЗОЖ является ОК и ОТР с высокой степенью завершенности. Она реализована на ряде предприятий Минпрома РБ и РО «Белагросервис»: на ОАО «КЗТШ» (г. Жодино) при производстве лемехов (рисунок 2 а), на РУП «МЗШ» при производстве долот плугов, на ОАО «БЭМЗ» при производстве дисков (рисунок 2 е, ж) и других деталей, на ТНПЦ БГАТУ при закалке широкой номенклатуры сменных ДРОМ, на ОАО «Дрогичинский ТРЗ» при производстве долот (рисунок 2 б). Совместно с КУПП «Березарайагросервис» освоено изготовление ножей измельчителей кормоуборочных комбайнов «Ягуар-840» (рисунок 2 и). В настоящее время осуществляется авторский надзор и сопровождение работ по освоению ТИЗОЖ на ОАО «Минский Агросервис» при изготовлении дисков сеялок, ножей роторных косилок, полевых досок (рисунок 2 в) ножей измельчающих аппаратов, ножей жаток кормоуборочных комбайнов (рисунок 2 г), деталей рабочих органов глубокорыхлителей (рисунок 2 д) и других деталей, на ОАО «Витебский МРЗ» при производстве дисков сошников сеялок (рисунок 2 к) и дисков дискаторов (рисунок 2 л). В 2014-2015 г.г. освоено изготовление продукции этими предприятиями с использованием ТИЗОЖ на сумму 6,23 млрд. рублей.

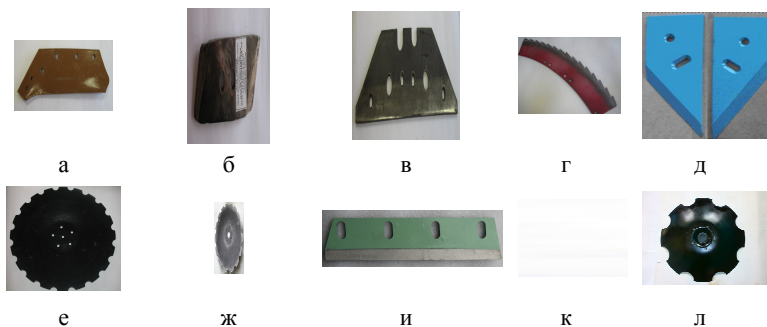


Рисунок 2 – Сменные ДРОМ, изготовленные с применением ТИЗОЖ на предприятиях: а – ОАО «КЗТШ» (г. Жодино); б – ОАО «Дрогичинский ТРЗ»; в, г, д – ОАО «Минский Агросервис»; е, ж, – ОАО «Брестский ЭМЗ»; и – КУПП «Березарайагросервис»; к, л – ОАО «Витебский МРЗ».

Привлекательность потребителей к технологии ИЗОЖ для упрочнения сменных ДРОМ заключается в том, что она является

отечественной технологией, обеспечивающей высокое качество изделий, надежность и стабильность процесса, а применение сменных закалочных устройств УЗО в составе технологического модуля для закалки деталей различной конструкции и размеров обеспечивает гибкость и экономичность производства. На рисунке 3 представлен общий вид термического участка, введенного в эксплуатацию в 2014 году на ОАО «Витебский МРЗ», на котором с применением ТИЗОЖ упрочняется широкая номенклатура деталей рабочих органов машин. В текущем году продолжают работы по освоению упрочнения дисков роторов и башмаков брусьев косилок с использованием ТИЗОЖ в Холдинговой компании «Бобруйскагроماش».



Рисунок 3 – Общий вид термического участка ТИЗОЖ, введенного в эксплуатацию на ОАО «Витебский МРЗ» в 2014 г.

Сменные ДРОМ, изготовленные с применением ТИЗОЖ, характеризуются высокой работоспособностью, без использования дорогостоящих легированных сталей. В упрочненных деталях из стали 55 ПП и 60 ПП при достаточно высокой твердости (56...62 HRC) и прочности (σ_b более 2000 МПа) сохраняется повышенная ударная вязкость (K_{SU} не менее 0,6 МДж/м²). Ресурс сменных ДРОМ нового поколения в 2 и более раза выше по сравнению с изделиями, изготовленными по традиционной технологии с использованием стали 65 Г. В зарубежной практике такими свойствами обладают сменные ДРОМ, изготовленные из легированных сталей.

Приемочные испытания сменных ДРОМ (рисунок 4) проводились на объектах ГУ «Белорусская МИС». Оценка ресурса изделий проводилась согласно СТБ 1616-2011. Соответствие техническим требованиям к устойчивости деталей к абразивному изнашиванию и пластической деформации изделий выполнялось в соответствии с ТКП 572-2015.



Рисунок 4 – Испытания дисков в эксплуатационных условиях

В ходе приемочных испытаний сферических дисков установлены следующие показатели. Численные значения твердости (HRC) материала испытываемых дисков находятся в интервале 50 – 52 HRC (495 – 514 HB).

Численные значения прочности (σ_6) испытываемых дисков определены аналитически с учетом корреляционной связи между временным сопротивлением и числом твердости (HB) из соотношения $\sigma_6 = 3,4 HB$ и составили 1683 – 1748 МПа. Это превышает регламентированный норматив [20].

Значения ударной вязкости (KSU) находится в интервале 61,8 – 85,6 Дж/см². Интенсивность абразивного изнашивания дисков, отнесенная к площади трения 1см², составляла 18,94 г/га. При запасе на линейный (массовый) износ до диаметра 540 мм (около 80 – 85 мм по диаметру) или по массе 1550 – 1650 г, ресурс дисков составляет в пределах 40,9 – 43,5 га.

В таблице 1 приведены результаты испытаний дисков и их оценка согласно установленным нормативам, регламентированных СТБ1616-2011 и ТКП 572-2015.

Таблица 1 – Результаты испытаний материала (сталь 35) сферических дисков (диаметр 620 мм)

Показатели	HRC (HB)	σ_b , МПа	KSU, Дж/см ²	ϵ	Ресурс, га
Результаты испытаний	50-52 (495-514)	1683-1748	61,8-85,6	2,7	40,9-43,5
Норматив:					
по ТКП 572-2015	не менее 50	не менее 1500	не менее 60	для эталона 1,0	-
по СТБ 1616-2011	-	-	-	-	не менее 40

Основным конкурентным преимуществом сменных ДРОМ, полученных с применением ТИЗОЖ, является их наноструктурное строение с размером характерного структурного элемента в диапазоне около 30 – 80 нм. Формирование наноструктурного состояния изделий обеспечивается с использованием нелегированных конструкционных сталей. Это выгодно их отличает в сравнении с зарубежными изделиями, изготовленными из боросодержащих мало- и среднеуглеродистых сталей с легирующими добавками молибдена, титана и других элементов.

Изучение микроструктурного строения упрочненных деталей (сталь 60ПП) показало, что в поверхностном слое (рисунок 5а) образовалась микроструктура весьма мелко игольчатого мартенсита, по оценке металлографическим методом (ГОСТ 8233) наибольшая длина игл которого составляет до 1 мкм.

При увеличении соответственно $\times 50\,000$ и $\times 80\,000$ (рисунок 6) выявлена фрагментация (дробление) мартенситных пластин. Их размер в поперечном сечении составляет 50 – 100 нм, а размер фасеток отдельных пластин мартенсита находится в пределах 20 – 80 нм.

На отдельных фрагментах проявляются очертания субмикрозерен. Края мартенситных пластин и фрагментов частично размыты, что говорит об их аморфно-кристаллическом состоянии.

Снимки микроструктуры троостита в сердцевине плоского образца (рисунок 5 б) также свидетельствуют о его дисперсности [23]. В поперечном сечении размеры фрагментов троостита составляют 20 – 60 нм, а длина трооститных пластин находится в пределах 120 – 500 нм (таблица 2).

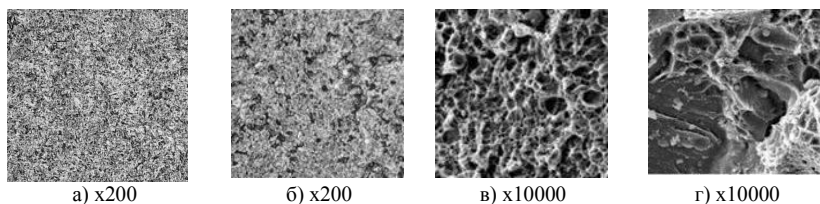


Рисунок 5 – Микроструктура внешних поверхностей (а) и сердцевины (б) и морфология ячеистого излома образца, испытанного на ударный изгиб (в-наружного слоя, г - сердцевины)

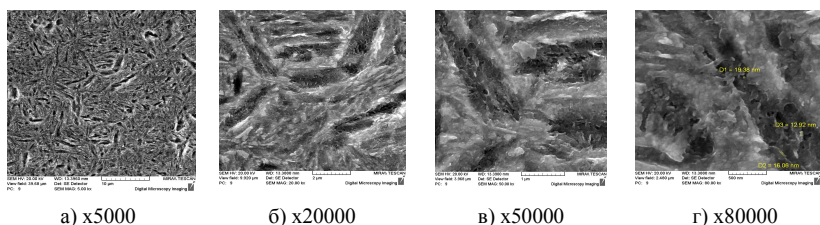


Рисунок 6 – Микроструктура упрочненного слоя образца стали 60ПП толщины 8мм после импульсного закалочного охлаждения водой и низкого отпуска

Статистические данные по средней длине фрагментов мартенситных пластин стали 60ПП после упрочнения рабочей поверхности деталей толщиной 6 – 12мм показали, что размер 80% фрагментов находится в диапазоне 0,02 – 0,08мкм. После низкого отпуска при 180°С размер фрагментов изменяется незначительно, 60% составляют фрагменты зерен мартенсита размерами 0,02 – 0,06 мкм.

Таблица 2 – Разбиение на классы по длине фрагментов в мартенситных пластинах детали из стали 60ПП после низкого отпуска.

Класс	Количество, штук	Интервал, мкм	Доля по количеству, %	Доля по массе, %
1	0	0 – 0,02	0	0
2	2	0,02 – 0,04	3,08	1,14
3	29	0,04 – 0,06	44,62	30,08
4	26	0,06 – 0,08	40	45,04
5	7	0,08 – 0,1	10,77	20,88
6	1	0,1 – 0,12	1,54	2,85
7	0	0,12 – 0,14	0	0
8	0	0,14 – 0,16	0	0
9	0	0,16 – 0,18	0	0
10	0	0,18 – 0,2	0	0

Реализованные в производственных условиях новые материалы и ТИЗОЖ, позволили обеспечить в изделиях сочетание требуемой прочности, надежности, долговечности и износостойкости сменных ДРОМ нового поколения.

Сменные ДРОМ определяют технический уровень в целом машины. Сменные ДРОМ являются дорогостоящими изделиями. Так, например, цена одного импортного комплекта дисков (48 шт.) на один дискатор составляет от 20,0 млн. руб. до 30 млн. руб., цена одного комплекта ножей (24 шт.) измельчающего аппарата кормоуборочного комбайна «Ягуар-840» составляет от 20,0 млн. руб., цена одного комплекта сменных деталей (лемех, долото, полевая доска, грудь и крыло отвала) к корпусу плуга составляет 1.2 млн. руб.

За срок службы, например, почвообрабатывающих машин, с учетом многократной замены сменных ДРОМ, затраты на эти цели превышают первоначальную стоимость сельскохозяйственного орудия. Снижение этих расходов – одна из ключевых задач экономики государства.

Заключение. 1. Результаты практической реализации ТИЗОЖ рядом предприятий республики за последние 5-7 лет свидетельствуют о соответствии этого метода производственным условиям упрочнения сменных ДРОМ по показателям качества, производительности и экономической эффективности. Она успешно реализуется как на ремонтных предприятиях АПК, так и на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения.

2. ТИЗОЖ относится к группе высокоинтенсивных процессов термического воздействия ОЖ на высокотемпературную стальную заготовку при ее охлаждении, обладает коммерческой перспективой и на современном этапе совершенствования термического производства является одним из самых эффективных методов модификации свойств сменных ДРОМ нового поколения.

3. ТИЗОЖ является отечественной, обладает патентной чистотой и защищенностью, энерго- ресурс- и природосберегающей, высокой производительностью. Она реализуется на применении технологического оборудования отечественного производства. Занимаемая площадь производственного помещения составляет 54-72 м².

4. Классификационным признаком ТИЗОЖ является ее отнесение к нанотехнологиям, так как с ее реализацией при заданных режимах и их параметрах в заготовках из конструкционной стали формируется наноструктурированное состояние с размером характерного структурного элемента в диапазоне 30-80 нм.

5. Совершенствование термических производств на основе использования ТИЗОЖ соответствует инновационному пути развития через технологическую модернизацию их базы, что позволяет производить экспортоориентированную продукцию (сменные ДРОМ и др. детали нового поколения).

Список использованной литературы

1. Энциклопедический справочник термиста-технолога: в 3 т. Т.1. – М.: Наука и технологии, 2004. – 392 с.

2. Энциклопедический справочник термиста-технолога: в 3 т. Т.2. – М.: Наука и технологии, 2004. – 608 с.

3. Энциклопедический справочник термиста-технолога: в 3 т. Т.3. – М.: Наука и технологии, 2004. – 704 с.

4. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин/И.Н. Шило [и др.] – Минск: БГАТУ, 2010. – 320с.

5. Наноструктурные материалы: получение, свойства, применение /под ред. академика Витязя П.А. /– Минск: Беларуская навука, 2009. – 370 с.

6. Горынин, И.В. Экономнолегированные стали с наномодифицированной структурой для эксплуатации в экстремальных условиях / И. В. Горынин [и др.]//Вопросы материаловедения. – 2008. – №22. – С. 7–19.

7. Панин, В.Е. Физическая мезомеханика и неравновесная термодинамика как методологическая основа наноматериаловедения / В. Е. Панин, В. Е. Егорушкин//Физическая мезомеханика. – 2009. - №12. – С. 7-26.

8. Бетень, Г.Ф. Модификация структуры и механических свойств стали пониженной прокаливаемости при импульсном закалочном охлаждении жидкостью / MOTOROL/ – Lublin-Pzeszow // Г.Ф. Бетень, Г.И. Анискович, 2013, vol.15, №7 – С.80-86.

9. Инновационные технологии упрочнения деталей сельскохозяйственной техники / Н.В. Казаровец, Г.Ф. Бетень, Г.И. Анискович, А.И. Гордиенко, В.С. Голубев, А.Н. Давидович//Сборник докладов 12 МНТК 10-12 сентября 2012 г., Углич. – М.: Известия, 2012. – С.219-228.

10. Рабочий орган почвообрабатывающих машин (варианты): Патент на изобретение №7466 РБ / Дашков В.Н., Хилько И.И., Бетень Г. Ф. [и др.]; УО БГАТУ. Оpubл. 28.06.2005//Дзяржаўны рэестр карысных мадэляў/Нацыянальны цэнтр інтэлектуальнай маёмасці.

11. Технологический модуль для закалки деталей: патент № 2139 РБ / Бетень Г. Ф. [и др.]; УО БГАТУ. Оpubл. 16.05.2005//Дзяржаўны рэестр карысных мадэляў/Нацыянальны цэнтр інтэлектуальнай маёмасці.

12. Закалочное устройство для быстрого охлаждения тонкостенных заготовок: патент №19291 РБ на изобретение /Бетенья Г.Ф. [и др.] /, 2015.
13. Бетенья, Г.Ф. Упрочнение деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин в условиях импульсного закалочного охлаждения / Г.Ф. Бетенья, А.В. Кривцов // Агропанорама / – 2015, №3. – С. 15-19.
14. Бетенья, Г.Ф. Опыт упрочнения деталей из сталей пониженной прокаливаемости импульсным закалочным охлаждением жидкостью / Г.Ф. Бетенья, Г.И. Анискович // Вестник БарГУ/ – 2013, вып.1 – С. 152–159.
15. Бетенья, Г.Ф. Объемные нанокристаллические износостойкие детали рабочих органов сельскохозяйственной техники / Г.Ф. Бетенья [и др.]//Вестник Полоцкого государственного университета / – 2012, №3, серия В. Промышленность. Прикладные науки. – С. 46-51.
16. Landmaschinenwelt 97/98. // Technische Anberungen Vorbehalten, 1997. – 181с.
17. Bulk nanokristalline steel//ironmaking and steelmaking. – 2005. – V.32. – P.1-24.
18. Горынин, И. В. Исследования и разработки ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» в области конструкционных наноматериалов/И. В. Горынин//Российские нанотехнологии. – 2007. - №3-4. – С. 36-57.
19. Материаловедение: Учебник для вузов / Б. А. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин [и др.]; Под общ. ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 648с.
20. ТКП 572-2015 (33170). Детали сельскохозяйственных машин, подвергающихся интенсивному износу. Требования к параметрам устойчивости к абразивному, ударно-абразивному изнашиванию и пластической деформации. Минск, Минсельхозпрод, – 2015.
21. Тушинский, Л. И. Структурная теория конструкционной прочности материалов: Монография. – Новосибирск: НГТУ, 2004. – 400 с.
22. Игнатьков, Д.А. Приближенная оценка напряженного состояния лезвийной части сферического диска дискатора / Д.А. Игнатьков, А.В. Ващула, Г.Ф. Бетенья/ Вестник БарГУ//. – 2015, вып.3. – С. 62-68.
23. ГОСТ 8233-56. Сталь. Эталоны микроструктуры [Текст.- введ. 1957-07.01. – М.: Изд-во стандартов. 1960. - 4с]
24. ГОСТ 23.208-79. Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытаний материалов на износостойкость при трении о жестко закрепленные абразивные частицы. – М.: Изд-во стандартов. – 8с.

Капцевич В.М.¹, доктор технических наук, профессор;
Лисай Н.К.², генеральный директор РО «Белагросервис», кандидат
технических наук, доцент;

Чугаев П.С.¹, **Булыга Д.М.**³, зав. кафедрой,
Закревский И.В.¹, **Корнеева В.К.**¹

¹⁾ УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск

²⁾ РО Белагросервис, г. Минск, Республика Беларусь

³⁾ Государственное учреждение образования «Институт
переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики
Беларусь, п. Светлая роцца, Борисовский район

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СЕТЧАТЫЙ ИСКРОГАСИТЕЛЬ ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Сформулированы требования, предъявляемые к искрогасителям для обеспечения их эффективной и надежной работы. Предложена новая конструкция универсального сетчатого искрогасителя. Проведены его натурные испытания. Испытания показали, что разработанный сетчатый искрогаситель удовлетворяет предъявляемым к нему требованиям для обеспечения эффективной и надежной его работы.

Ключевые слова: сетчатый искрогаситель, пожары, мобильная сельскохозяйственная техника, натурные испытания.

Annotation. Requirements for a spark arrester to ensure their efficient and reliable operation are formulated. New universal spark arrester mesh structure is proposed. Its full-scale tests conducted. Tests have shown that the developed mesh spark arrester meets its requirements to ensure efficient and reliable operation.

Keywords: mesh spark arrester, fire, mobile agricultural equipment, full-scale tests.

Введение. Анализ пожаров в Республике Беларусь при работе мобильной техники на сельскохозяйственных объектах при уборке, переработке и хранении урожая в 2015 г. показывает, что многие из требований ТНПА [1] не выполнялись или выполняются частично.

Причины возникновения пожаров на сельскохозяйственной технике объясняются либо отсутствием искрогасителей, либо не находят объяснений. Можно предположить с большой вероятностью, что причинами возникновения последних могли быть отсутствие искрогасителя, либо его неисправность или неправильная эксплуатация.

В начале августа 2015 г. произошло возгорание стерни в поле у деревни Збураж Брестской области [2]. Огонь повредил 3 га пшеницы на корню и 5 га стерни. Причина пожара устанавливается. Рассматриваются версии неосторожного обращения с огнём со стороны неустановленного лица и отсутствия искрогасителя на технике, участвовавшей в уборке.

В августе в СПК «Красный боец» Кировского района Могилевской области при проведении уборочных работ произошло возгорание зерноуборочного комбайна. Автор статьи [3] отмечает, что сельскохозяйственная техника может быть допущена к работе только после тщательной регулировки систем питания, зажигания и смазки. Помимо других противопожарных мероприятий подчеркивается необходимость оборудования выхлопных труб двигателей машин надежными искрогасителями.

Основная часть. Искрогасители, устанавливаемые на выхлопные системы и обеспечивающие улавливание и тушение искр и продуктов сгорания, образующихся при работе двигателя, должны отвечать ряду требований:

1. Искрогасители должны обладать пламегасящей и искрогасящей способностью. При работе искрогасителя необходимо обеспечить уменьшение скорости движения искр, их оседание на искроулавливающем материале или на стенках корпуса искрогасителя, и одновременно с этим, тушение горящих жидких частиц (остатков несгоревшего топлива и масла), движущихся с газовым потоком.

2. Искрогасители должны обеспечивать минимальный перепад давления в системе выпуска. При увеличении сопротивления движению потокам выхлопных газов происходит неполное очищение цилиндров двигателя от продуктов сгорания топлива, что в свою очередь приводит к падению мощности двигателя и увеличенному расходу топлива.

3. Искрогаситель должен обладать надежной конструкцией, что

подразумевает его способность на протяжении длительного времени сохранять свои свойства в условиях вибрации, значительных перепадов температур и динамического воздействия газового потока.

По способу гашения искр искрогасители подразделяются на:

– динамические, в которых выхлопные газы очищаются от искр под действием сил тяжести и инерции;

– фильтрационные, к которым относятся сетчатые искрогасители и в которых выхлопные газы очищаются при прохождении через сетчатые пористые перегородки.

Динамические искрогасители имеют ряд недостатков: сложность конструкции, большая масса, малая эффективность искрогашения.

Недостатком фильтрационных сетчатых искрогасителей является быстрая прогораемость пористой среды при повышенных температурах.

Для устранения основного недостатка такого искрогасителя нами предложено в качестве фильтрующего материала использовать стальные плетеные металлические сетки, на проволочную основу которых нанесен слой жаростойкого материала методом алитирования [4]. Данный материал обладает большей жаростойкостью, чем обычный сетчатый материал.

Известно [5], что оптимальный перепад давления ΔP на системах глушения выхлопных газов в зависимости от режимов работы двигателя изменяется в диапазоне от 15 до 60 кПа. При проектировании искрогасителя следует учитывать, что его установка приведет к увеличению этого перепада давления. Будем считать, что допустимый перепад давления ΔP на искрогасителе не должен превышать 6 – 10 кПа.

Определим значение перепада давления газа ΔP в зависимости от площади сетчатого материала S , состоящего из одного пакета сеток, используя выражение [6]:

$$\Delta P = \frac{27(l-d)^2 a \mu n V_{ц}}{ld^2 S}.$$

где: d – диаметр проволоки, м; l – шаг плетения, м; a – количество сеток в сетчатом пакете; n – частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин; $V_{ц}$ – объем цилиндра двигателя, м³; μ –

кинематическая вязкость, $\text{м}^2/\text{с}$; S – площадь поверхности сетчатого пакета, м^2 .

Уравнение позволяет устанавливать взаимосвязь между перепадом давления и площадью сеток пакета искрогасителя в зависимости от диаметра проволоки и шага плетения сетчатого материала, а также характеристик двигателя, а именно, объема цилиндров двигателя и частоты вращения коленчатого вала.

Рассмотрим случай, когда искрогаситель выполнен из трех пакетов сеток, последовательно расположенных один за другим в его корпусе. Рассчитаем для этого случая зависимость изменения перепада давления ΔP_{Σ} от площади сеток пакетов и их структурных параметров (d, l). На рисунке 1 приведены результаты этих расчетов.

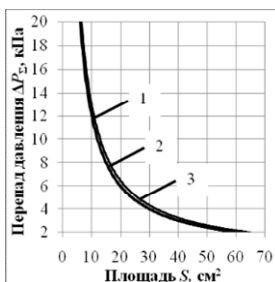
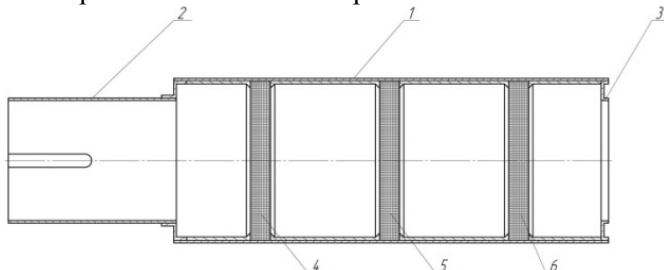


Рисунок 1 – Зависимость перепада давления ΔP_{Σ} на сетчатом искрогасителе (три пакета сеток) от его площади S для различных типов двигателей 1 – двигатель СМД 62/64; 2 – двигатель Д 260; 3 – двигатель Д 240

Анализ графической зависимости показывает, что для получения допустимого перепада давления площадь сетчатого материала составляет 12 – 20 см^2 , а перепад давления на нем практически не зависит от типа двигателя. Это позволяет прийти к заключению, что искрогаситель, выполненный из трех пакетов сеток, является универсальным и может быть использован на различных двигателях сельскохозяйственной техники.

Кроме того, при обосновании площади пакетов следует учитывать, что в процессе работы имеется вероятность частичной блокировки пор сетки сажистыми загрязнениями. В этой связи, считаем необходимым дополнительно увеличить площадь пакетов в 4–6 раз. Тогда для обеспечения данного перепада давления (6 – 10 кПа) на искрогасителе необходимо выбрать площадь пакетов сеток, равной 72 – 80 см^2 .

На основании проведенных лабораторных исследований и в соответствии с рекомендациями [7, 8, 9] разработана новая конструкция [10] и был изготовлен натурный образец сетчатого искрогасителя. Искрогаситель (рисунок 2) состоит из корпуса 1, входного 2 и выходного 3 патрубков, трех сетчатых пакетов 4, 5, 6, каждый из которых выполнен из трех сеток.



1 – корпус, 2 – входной, 3 – выходной патрубки и 4, 5, 6 – сетчатые пакеты
Рисунок 2 – Схема натурального образца сетчатого искрогасителя

Натурные испытания искрогасителей проводились в ГП «Мостовская сельхозтехника» Мостовского района Гродненской области. Особенностью испытаний является проведение их на работающей мобильной сельскохозяйственной технике на сельскохозяйственных объектах.

Искрогаситель с тремя пакетами алитированных сеток был установлен на тракторе МТЗ-82 (рисунок 3), который выполнял работы по транспортировке урожая пшеницы, агрохимические работы по известкованию кислых почв и внесению удобрений.



Рисунок 3 – Искрогаситель (выхлопная система МТЗ-80)

Испытания подтвердили работоспособность искрогасителя в реальных условиях при работе мобильной сельскохозяйственной техники на сельскохозяйственных объектах. Искрогаситель обеспечивает задержку и гашение искр и пламени в выхлопной системе двигателей внутреннего сгорания, не снижает мощность двигателя транспортного средства

Заключение. В работе рассмотрены требования, предъявляемые к искрогасителям для обеспечения их эффективной и надежной работы. Предложена и апробирована новая конструкция универсального сетчатого искрогасителя. Проведенные натурные испытания подтвердили работоспособность данной разработки.

Список использованной литературы

1. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь: ППБ Беларуси 01-2014. – Введ. 01.06. 2014. – Минск, 2014. – 200 с.
2. Режим доступа <http://greenbelarus.info/articles/06-08-2015/oranzhevyu-uroven-opasnosti-ogon-dobralysya-do-pshenicy-v-polyah>. - Дата доступа: 07. 08. 2015.
3. Режим доступа http://mchs.gov.by/rus/main/events/region/print/~year_m22=2015~page_m22=32~news_m22=53508 Дата доступа: 20.07.2015
4. Рябов, В.Р. Алюминирование стали / М.: Металлургия, 1973. 240 с.
5. Выхлопная система, глушители [Электронный ресурс] / авт. проекта Platform. - 2013. – Режим доступа: <http://dragonsraceclub.forum2x2.ru/t91-topic>. – Дата доступа: 21.01.2014.
6. Капцевич, В.М. Расчет сетчатого искрогасителя для двигателя внутреннего сгорания / В.М. Капцевич, П.С. Чугаев, В.К. Корнеева, И.В. Закревский // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева 2015. -№2 – С.47-52
7. Глушитель-искрогаситель: пат. 2067189 Российская Федерация, МПК F 01 N 1/08 / Р.Г. Нурулин, В.А. Данилов, А.Х. Зимагулов. – № и 5049479/06; заявл. 25.06.1992; опубл. 27.09.1996 // Официальный бюл. / Федер. институт промышл. собственности. – 1996. - № 27. – С. 7
8. Искрогаситель для двигателя внутреннего сгорания : пат. 2169273 Российская Федерация МПК F 01 N 3/06 / С.Т. Латыпов, Г.Г. Гафуров, А.Р. Гилязитдинова, С. Ю. Луконин. – № и 2000102963/06; заявл. 07.02.2000; опубл. 20.06.2001 // Официальный бюл. / Федер. институт промышл. собственности. – 2001. - № 17. – С.4
9. Искрогаситель : пат. 2051716 Российская Федерация, МПК А 62 С 3/04 / Ю.В. Плаксин, Е.Н. Филонов. - № и 4832984/12; заявл. 30.05.1990; опубл. 10.01.1996 // Официальный бюл. / Федер. институт промышл. собственности. – 1996. – № 1. – С.5.
10. Искрогаситель: пат. 10792 Республика Беларусь, МПК F 01N 3/06 / Капцевич В.М., Сигневич В.В., Булыга Д.М., Чугаев П.С., Лисай Н.К., Закревский И.В. – № и 20150122; заявл. 06.04.2015; опубл. 30.10.2015.

Толочко Н.К., доктор физико-математических наук, профессор;

Сергеев К.Л.

*Учреждение образования «Белорусский государственный
аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь*

МОДИФИЦИРОВАНИЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ УГЛЕРОДНЫМИ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Аннотация. Исследовано влияние модифицирования водомасляных эмульсионных смазочно-охлаждающих жидкостей углеродными высокодисперсными материалами на эффективность обработки металлов резанием.

Ключевые слова: эмульсия, углеродный модификатор, дисперсность, резание, сьем металла, шероховатость.

Annotation. The effect of modifying the oil-water cutting emulsions by carbon highly dispersed materials on the metalcutting efficiency is investigated.

Keywords: emulsion, carbon modifier, dispersity, cutting, metal removal, roughness.

Введение. При обработке металлов резанием применяют различные по составу смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). Наибольшее распространение имеют водомасляные эмульсионные СОЖ, обладающие рядом функциональных свойств (смазывающих, охлаждающих, моющих, режущих), которые проявляются в соответствующих действиях СОЖ на процесс резания. В основном используются водомасляные эмульсионные СОЖ типа «масло в воде», которые получают разбавлением водой эмульсоллов (концентратов эмульсии). Эмульсоллы имеют сложный состав: кроме минеральных масел, они содержат эмульгаторы – поверхностно-активные вещества (ПАВ), противоизносные, противозадирные и антипенные присадки, ингибиторы коррозии, бактерицидные добавки и другие компоненты.

В последние годы с целью повышения эффективности резания СОЖ модифицируют углеродными материалами, в частности, углеродными нанотрубками (УНТ) и графитом. Добавки УНТ и графита, введенные в эмульсионную СОЖ, снижают степень контактирования трущихся поверхностей, воспринимая на себя контактные нагрузки и повышая несущую способность формирующейся смазочной пленки [1, 2]. Также они увеличивают теплопроводность СОЖ и тем самым обеспечивают усиление теплоотвода из зоны резания [3, 4]. Графит легко проникает в микропоры и при высоких значениях давления и температуры резания способен реагировать с железом, образуя карбиды железа, в результате чего на обрабатываемой поверхности детали образуется слой с высокой твердостью, но с низким коэффициентом трения [5]. Углеродные наночастицы в СОЖ активизируют ПАВ – молекулы ПАВ сорбируются на наночастицах и при этом приобретают ориентацию, благоприятную для последующего взаимодействия с трущимися поверхностями в зоне контакта [4, 6]. Действие наночастиц на СОЖ обусловлено тем, что они обладают электрическим зарядом [7, 8]. Силовое поле наночастиц формирует структурно-ориентированный слой диэлектрической компоненты СОЖ, толщина которого может быть довольно большой, соизмеримой с толщиной граничного слоя смазки.

Влияние углеродных модификаторов СОЖ на процессы резания до сих пор изучено недостаточно. Исследования по этой тематике немногочисленны и в основном связаны с обработкой металлов шлифованием. В настоящей работе экспериментально исследовалось влияние модифицирования водомасляных эмульсионных СОЖ высокодисперсными углеродными материалами на эффективность лезвийной обработки металлов.

Основная часть. Исходная СОЖ представляла собой 5%-ую водную эмульсию, приготовленную на основе специально разработанного концентрата, который содержал отходы масложирового производства вместо обычно применяемых нефтяных масел [9]. В качестве модификаторов служили порошок углеродного наноматериала в виде конгломератов УНТ (синтезирован в НПП «Перспективные исследования и технологии», Беларусь) и порошок технического графита (ТГ) марки ГК-2.

На основе модификаторов готовили водные суспензии, которые подвергали механическому перемешиванию и диспергированию, после чего вводили в них концентрат и полученные таким образом смеси суспензии и эмульсии вновь диспергировали. Параллельно диспергировали водные эмульсии, не содержащие модификаторов. Диспергирование осуществляли с помощью УЗ диспергатора погружного типа по методике, аналогичной описанной ранее [9]. Средний размер масляных капель и частиц модификаторов определяли с помощью компьютерного микроскопа и программного комплекса обработки и анализа изображений.

Было приготовлено 3 пары образцов СОЖ с различными размерами масляных капель в каждой – приблизительно 5,4 и 1,2 мкм, из них одна пара содержала УНТ с размерами частиц приблизительно 2,2 мкм (СОЖ_{УНТ}), другая – ТГ с размерами частиц приблизительно 2,1 мкм (СОЖ_{ТГ}), третья пара была без модификаторов (СОЖ₀). Концентрация модификатора в СОЖ составляла 0,1 масс. %. Приготовленные образцы СОЖ использовали при токарной обработке цилиндрической поверхности деталей типа «вал» диаметром 40 мм (сталь 45) с начальной шероховатостью $Ra_0 \approx 8$ мкм (усредненное значение по всем деталям). Обработка велась на токарно-винторезном станке 16К20 резцом PCLNR3225P12 в СП «УНИБОКС» ООО (Беларусь). Режимы и параметры обработки: глубина резания 0,5 мм, подача 0,125 мм/об, скорость резания 80 м/мин, скорость вращения шпинделя 630 мин⁻¹, расход СОЖ 0,2 л/мин, длительность обработки 70 сек.

В ходе испытаний СОЖ определяли производительность обработки и шероховатость обработанной поверхности (показатели усредняли по результатам обработки 3 деталей для каждого из образцов СОЖ). Производительность обработки оценивали по скорости удельного массового съема металла $\Delta G_{y,0}$. Массовый съем определяли по разности масс деталей до и после обработки. Детали взвешивали на лабораторных весах ВК-1500. Шероховатость поверхности по параметру Ra определяли с помощью профилометра Mitutoyo SurfTest SJ-201. Уменьшение шероховатости в результате обработки оценивали по отношению Ra_f/Ra_0 , где Ra_f – шероховатость после обработки.

Результаты испытаний СОЖ представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний СОЖ

Типы образцов СОЖ	Размеры элементов дисперсных фаз, мкм		$\Delta G_{уд}$, г/см ² ·мин	Ra _f / Ra ₀
	масляные капли	частицы модификатора		
СОЖ _{УНТ}	5,4	2,2	6,83	0,58
	1,2	2,2	7,16	0,54
СОЖ _{ТГ}	5,4	2,1	8,43	0,59
	1,2	2,1	9,14	0,54
СОЖ _о	5,4	-	5,56	0,61
	1,2	-	5,85	0,58

Введение углеродных модификаторов в эмульсию СОЖ приводит к повышению производительности обработки и снижению шероховатости обработанной поверхности. Производительность обработки повышается, а шероховатость обработанной поверхности снижается также при повышении дисперсности масляной фазы эмульсии. Следует отметить, что с повышением дисперсности масляной фазы эмульсии улучшающее действие модификатора на процесс обработки становится заметнее. Такой более значительный эффект совместного влияния дисперсности масляной фазы и модификаторов может быть обусловлен особым характером взаимодействия масляных капель и частиц модификатора. Закономерности этого взаимодействия являются предметом дальнейших исследований.

Заключение. Экспериментально показаны возможности повышения эффективности лезвийной обработки металлов модифицированием СОЖ углеродными высокодисперсными материалами. Результаты выполненных исследований могут быть использованы при совершенствовании технологических процессов обработки металлов резанием.

Список использованной литературы

1. Синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость с углеродными нанотрубками: пат. 2417 253 РФ, МПК С10М 173/02 / А.А. Фомин, В.А. Мышкин. – Оpubл. 27.04.2011.
2. Отчет по проекту № 2.1.2/5384 «Исследование и разработка научных основ процесса трения и износа твердых тел на граничном контакте в экстремальных условиях» аналитич. ведомств. целевой программы «Развитие научного

потенциала высшей школы (2009-2010 годы)». – В. Новгород, Новгородский гос. ун-т. 2009. – 92 с.

3. Фесенко, А.В. Повышение эффективности шлифования за счет использования новых технологий приготовления смазочно-охлаждающих жидкостей / А.В. Фесенко, М.С. Степанов, Ю.Н. Любимый // Вестник СумГУ. Сер. «Тех. науки». – 2012. – №2. – С. 123-127.

4. Новиков, Н.В. Наноматериалы в технологиях механической обработки / Н.В. Новиков, С.А. Клименко, А.А. Бочечка. // Процессы механической обработки в машиностроении. Сб. науч. тр. – 2012. – Вып. 13. – С. 153-170.

5. Белоус, В.И. Модифицирование смазочно-охлаждающих жидкостей при шлифовании труднообрабатываемых материалов / В.И. Белоус // Авиационно-космич. техника и технология. – 2011. – №7. – С. 66-70.

6. Никитин, В.А. Повышение износостойкости триботехнических узлов технологической системы при использовании наноструктурированных СОТС / В.А. Никитин, В.М. Петров, А.В. Федосов и др. // Инструмент и технологии. – 2008. – № 25. – С. 146-150.

7. Струк, В.А. Нанокomпозиционные полимерные материалы и технологии / В.А. Струк, В.И. Кравченко // В кн.: Новые ресурсосберегающие технологии и композиционные материалы / Ф.Г. Ловшенко, Ф.И. Пантелеенко, А.Р. Рогачев и др. – М.: Энергоатомиздат; Гомель: БелГУТ, 2004. – 519 с.

8. Образцов, Л.Н. Наноалмазы в смазочных композициях // Вестник Полоцк. гос. ун-та. Сер. С. – 2010. – № 9. – С. 83-91.

9. Толочко, Н.К., Сергеев, К.Л. Влияние дисперсности эмульсионной смазочно-охлаждающей жидкости на эффективность магнитно-абразивной обработки // Технология машиностроения. 2014. № 10. С. 31-35.

Акулович Л.М., доктор технических наук, профессор;
Сергеев Л.Е., кандидат технических наук, доцент;
Сенчуров Е.В., начальник отдела внедрения НТР НИИМЭСХ;
Германович Е.Г.

*Учреждение образования «Белорусский государственный
аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

ФИНИШНАЯ ОБРАБОТКА ШТОКОВ ГИДРОЦИЛИНДРОВ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Аннотация. В статье рассмотрены технологическое обеспечение износостойкости штоков гидроцилиндров, а также процесс их магнитно-абразивной обработки, обеспечивающий уменьшение их шероховатости. Установлено, что применение магнитно-абразивной обработки приводит к повышению их износостойкости на 15-20%.

Ключевые слова: шток гидроцилиндра, износостойкость, магнитно-абразивная обработка, хромирование, магнитное поле, шероховатость.

Annotation. The article describes the process to ensure their durability rod hydraulic cylinders , as well as the process of magnetic - abrasive machining , providing a decrease in their roughness . It was found that the use of magnetic-abrasive treatment results in an increase of their durability by 15-20 %.

Keywords: hydraulic cylinder rod, wear resistance , magnetic- abrasive machining , chrome plating , magnetic field, surface roughness.

Введение. Гидроцилиндры широко применяют в гидросистемах как источники привода рабочих органов мобильных машин и исполнительных механизмов промышленного оборудования. По функциональным признакам гидроцилиндры – это объемные гидродвигатели, предназначенные для преобразования энергии потока рабочей жидкости в механическую энергию выходного звена с возвратно-поступательным движением. Причем подвижным звеном может выступать как шток, так и корпус (гильза) гидроцилиндра [1].

Без специального технологического оборудования для чистовой расточки и раскатки внутренней поверхности гильз, шлифования и полирования штоков, обеспечивающего параметры шероховатости по ГОСТ 2789-73 рабочих уплотняемых поверхностей штоков и гильз гидроцилиндров, а также хромирования наружной поверхности штоков путем электролитического нанесения пленки толщиной 20...30 мкм невозможно изготовить коррозионно- и износостойкие штоки. Высота неровностей наружной рабочей поверхности штока после хромирования и полирования должна быть не более Ra 0,16 мкм, рабочей поверхности гильзы гидроцилиндра – Ra 0,32 мкм по ГОСТ 2789–73 [2].

Основная часть. Получение высокого параметра шероховатости хромированных поверхностей при достаточно большой производительности и точности геометрических параметров представляют серьезную проблему, которая решается разными путями. Одним из методов финишной обработки деталей машин является магнитно-абразивная обработка (МАО) [3-5]. Метод позволяет получать на закаленных цилиндрических наружных поверхностях шероховатость Ra 0,05...0,63 мкм с высокой производительностью. С целью установления возможности финишной обработки штоков гидроцилиндров методом МАО была проведена серия опытно-экспериментальных работ.

Период установившегося изнашивания и время наступления аварийного в высокой степени зависит от свойств поверхностного слоя, образовавшегося в период приработки. Для оценки влияния условий обработки на износостойкость штоков гидропривода в период изнашивания были проведены сравнительные исследования методами МАО и шлифования.

В качестве оборудования применялась установка СФТ 2.150.00.00.000 для магнитно-абразивной обработки. Шероховатость образцов измерялась до и после обработки в трех разных сечениях на профилографе-профилометре 252-Калибр. В каждом сечении делалось по 4 замера. По результатам всех замеров каждого образца находилось среднеарифметическое значение шероховатости его поверхности.

Образцами служили штоки гидроцилиндров, изготовленные из стали 20Х ГОСТ 4543-71. Образцы подвергались термообработке до HRC 61...64, шлифованию до получения шероховатости поверхности

Ra 0,8 мкм, подготовкой под хромирование методом MAO и последующим хромированием (толщина слоя хрома 0,02...0,03 мм). Шероховатость поверхности образцов после хромирования составила Ra 0,32...0,63 мкм.

Испытания проводились на машине трения 2070 СМТ-1 в условиях трения качения [6]. Параметры и режимы при шлифовании: скорость вращения детали, $V_d = 50$ м/мин; скорость вращения круга, $V_k = 20$ м/с; продольная подача; $S_{пр} = 0,5$ м/мин; круг алмазный АСВ 125/100 МП 1; при MAO: величина магнитной индукции, $B = 0,9$ Тл; скорость резания, $V_p = 1$ м/с; скорость осцилляции, $V_o = 0,2$ м/с; амплитуда осцилляции, $A = 1$ мм; величина рабочего зазора, $\delta = 1$ мм; ферроабразивный порошок – Ж15КТ ТУ 6-09-483-81; смазочно-охлаждающие технологические средства – при шлифовании – Укринол-1,3% водный раствор, при MAO – 2% водный раствор СинМА – 1 ТУ 38.5901176-91.

Материал контртела – бронза. Обрабатываемый материал – сталь 20Х ГОСТ 4543-71, 56-62 НРС. Измерения микротвердости осуществляли методом восстановленного отпечатка. Глубина изменения микротвердости H_u оценивалась по методу косо́го среза. Микротвердость поверхности используемых образцов определяли на приборе ПМТ-3 согласно ГОСТ 9450-76 при нагрузке 0,49 Н. Сами наклонные срезы изготавливались на плоскошлифовальном станке ЗГ71 с магнитной плитой при интенсивном охлаждении эмульсией Укринол-1,3% водный раствор.

Удаление слоев металла производилось электрохимическим методом со скоростью 0,05 мкм/с. Вычисление величин напряжений осуществлялось путем уточнений, внесенных М.А. Бабичевым и Л.А. Гликманом. Остаточные напряжения исследовались на глубине 5 мкм [7].

Продукты износа после испытаний с образцов удаляли 10% раствором лимоннокислого аммония, нейтрализованного аммиаком. Испытания проводились при отсутствии доступа воздуха.

Полученные результаты и их обсуждение. Практическое использование метода MAO штоков гидроцилиндров заключалось в исследовании влияния времени обработки на шероховатость их поверхности до и после хромирования. Остальные параметры оставались неизменными в течение обработки всей партии образцов. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

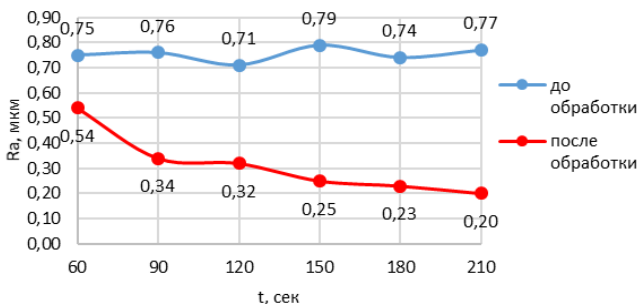


Рисунок 1 – Зависимость шероховатости поверхностей хромированных штоков гидроцилиндров от времени обработки

Проведенные исследования MAO хромированных штоков гидроцилиндров показали, что шероховатость поверхности уменьшается на 54% при изменении времени обработки от 60 до 150 сек. Дальнейшее увеличение времени обработки приводит к падению интенсивности съема материала, в результате чего изменение шероховатости при времени обработки от 60 до 210 сек равно 61%. Применение метода MAO для штоков гидроцилиндров до их хромирования обеспечило за 90 сек обработки снижение шероховатости с Ra 0,8 до Ra 0,2 мкм.

Профилограммы шероховатости поверхности штоков гидроцилиндров после шлифования и MAO представлены на рисунке 2.

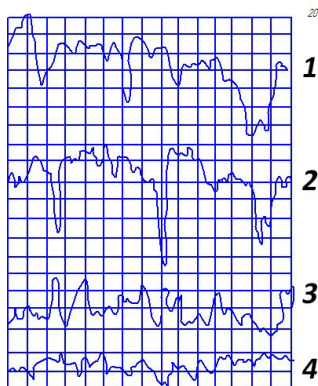


Рисунок 2 – Профилограммы исходной и обработанной поверхности штоков гидроцилиндров различными методами финишной обработки:

1 – шлифование, Ra 0,8 мкм, ВУ=20×10³, ГУ = 800; 2 – магнитно-абразивная обработка, Ra 0,4 мкм, ВУ=100×10³, ГУ = 800; 3 – магнитно-абразивная обработка, Ra 0,2 мкм, ВУ=100×10³, ГУ = 800; 4 – магнитно-абразивная обработка, Ra 0,1 мкм, ВУ=100×10³, ГУ = 800

По результатам испытаний на износостойкость построены графики изменения момента трения и температуры в зоне контакта на пути трения 15000 м, что соответствует 1,5 ч работы машины трения при угловой скорости 1500 мин^{-1} (рисунок 3).

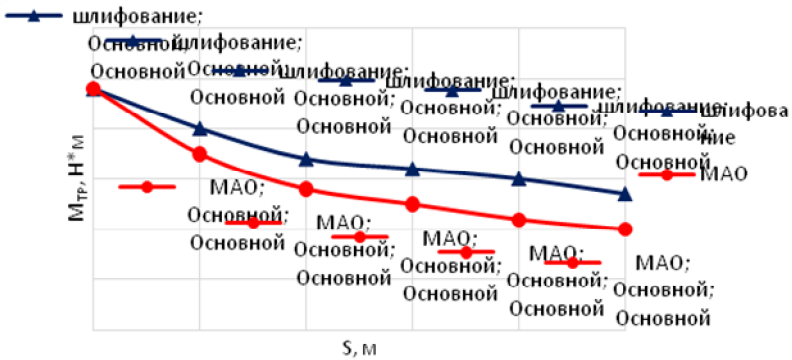


Рисунок 3 – График изменения момента трения ($M_{тр}$) на пути трения (S) 15000 м

По рисунку 3 можно установить период приработки и период, соответствующий установившемуся износу. На пути трения от 0 до 6000 м кривые отличаются на 15%. Это свидетельствует о том, что пары трения после шлифования и МАО имеют различный период приработки. На пути трения от 6000 до 15000 м, соответствующему установившемуся износу, момент трения образцов после МАО, меньше, чем момент трения образцов после шлифования в среднем на $0,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Заключение. В результате проведенных испытаний на износостойкость штоков гидроцилиндров методами МАО и шлифования установлено, что применение МАО обеспечивает уменьшение момента трения в среднем на $0,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$, температуры на 8°C и коэффициента трения на 15-20%. Получение данных результатов объясняется более благоприятным микрорельефом и меньшей структурной неоднородностью поверхности штоков гидроцилиндров после МАО по сравнению с шлифованием.

Список использованной литературы

1. Санкович, Е.С. Гидравлика, гидравлические машины, гидроприводы: учеб.-метод. пособие / Е. С. Санкович, А. Б. Сухоцкий. – Минск: БГТУ, 2005. – 137 с.
2. Гаврилов, К.Л. Основы гидропривода дорожно-строительных и сельскохозяйственных машин : учеб. пособие / К. Л. Гаврилов. – СПб. : Деан, 2011. – 232с.
3. Коновалов Е.Г., Шулев Г.С. Чистовая обработка деталей в магнитном поле ферромагнитными порошками. — Минск: Наука и техника, 1967. — 128с.
4. Акулович, Л.М. Основы профилирования режущего инструмента при магнитно-абразивной обработке / Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев. – Минск : БГАТУ, 2014. – 280 с.
5. Жданович, В.И. Исследование процесса магнитно-абразивной обработки наружных цилиндрических поверхностей. Автореф. дис. канд. техн. наук / В.И. Жданович; Физико-технический ин-т АН БССР – Минск, 1974. – 23с.
6. Обеспечение износостойкости изделий. Методы испытаний на износостойкость. Общие требования: ГОСТ 30480-97. – М.: Изд. Стандартов, 1997. – 11 с.
7. Давиденков, Н.Н. Избранные труды: в 2-х т. Т. 2. Механические свойства материалов и методы измерения деформаций / Н.Н. Давиденков - Киев: Наукова думка, 1981. – 656 с.

Акулович Л.М., доктор технических наук, профессор;

Миранович А.В., кандидат технических наук;

Ворошухо О.Н.

*Учреждение образования «Белорусский государственный
аграрный технический университет»,*

г. Минск, Республика Беларусь

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ОБРАБОТКОЙ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

Аннотация. В статье рассмотрены процессы магнитно-электрического упрочнения и магнитно-абразивной обработки, обеспечивающих повышение физико-механических свойств и износостойкости обрабатываемых поверхностей деталей автотракторной техники.

Ключевые слова: упрочнение, восстановление, магнитно-электрическое упрочнение, электромагнитное поле, постоянные магниты, электромагниты, композиционные ферромагнитные порошки, износостойкие покрытия, статистическая модель.

Annotation. The article describes the process magnetic hardening electric and magnetic-abrasive treatment which provides the increasing of physical-mechanical properties and performance requirements of treated surfaces details of automotive equipment.

Keywords: hardening, restoration, magnetic hardening electric, magnetic field electric, constant magnets, electromagnets, composite ferromagnetic powders, wear-resistant coating, the statistical model.

Одной из основных причин выхода из строя деталей сельскохозяйственной техники является износ их поверхностей до 0,6 мм, причем около 50% крупногабаритных деталей отбраковывают из-за износа их поверхностей до 0,1 мм [1]. Изношенные поверхности большинства таких деталей могут быть восстановлены способами, которые основаны на использовании концентрированных потоков электрической и магнитной энергий.

К их числу относятся магнитно-электрическое упрочнение (МЭУ) композиционными ферромагнитными порошками (ФМП) и магнитно-абразивная обработка (МАО) [2].

Технологические процессы МЭУ и МАО могут быть реализованы в едином технологическом процессе и на одном оборудовании [3, 4]. К преимуществам МЭУ относятся высокая прочность сцепления покрытия с основой, отсутствие термической деформации и специальной подготовки поверхностей. Достоинствами МАО являются возможность регулирования плотности и жесткости обрабатываемого инструмента, сформированного из ФАП, обеспечение параметров шероховатости обрабатываемых поверхностей в пределах Ra (0,01 – 0,63) мкм, снижения волнистости в 8 – 10 раз, гранности до 2 раз [4, 5]. Указанные технологические процессы легко поддаются автоматизации, поскольку электрические и магнитные потоки энергии просты в реализации и удобны в управлении.

Тем не менее, основным недостатком МЭУ является неравномерность и неоднородность покрытия по толщине, что не позволяет использовать МЭУ для восстановления геометрических размеров поверхностей, износ которых составляет более 0,15 мм [2, 3]. Недостатком МАО покрытий является снижение интенсивности «саморегенерации» щетки ФАП в рабочей зоне, что негативно сказывается на производительности обработки и физико-механических свойствах обрабатываемых поверхностей крупногабаритных деталей [4, 5].

Для устранения вышеперечисленных недостатков ранее были проведены исследования, направленные на интенсификацию процессов МЭУ и финишной обработки покрытий путем разработки специальных электромагнитных систем (ЭМС) [6 – 8].

Так, для синхронизации воздействий электрическими разрядами и внешним электромагнитным полем (ЭМП) на частицы ФМП и упрочняемую поверхность в рабочей зоне устройств МЭУ предложено использовать постоянные магниты (ПМ) вместо электромагнитов. При этом наибольшая стабильность процесса МЭУ обеспечивают ПМ из сплава ЮНДК24Т ГОСТ 17809 – 72 с величиной магнитной индукции $B = 0,7$ Тл при рабочем зазоре 2,0 мм, ширине полюсного наконечника 5,7 мм и угле охвата $\alpha = 12^\circ$ [6, 7]. В качестве ИТТ принят инверторный источник питания

модели Invertec V270 T, обеспечивающий требуемую частоту, скважность пульсаций технологического тока и минимальную нестабильность процесса МЭУ [7, 8].

Анализ известных технологических схем и конструкций ЭМС устройств MAO показал, что наибольшая производительность процесса достигается за счет сообщения движений частицам ФАП в рабочем зазоре в виде пульсаций. Это обеспечивается сочетанием постоянного (выпрямленного) и импульсного ЭМП генерируемых основной и дополнительной магнитными системами (МС) [3, 7, 8]. Для «регенерации» щетки ФАП в РЗ предложена конструкция установки (рисунок 1) с двумя магнитными системами (основной и дополнительной), и поочерёдным их включением. Это позволяет обеспечивать в зоне обработки величину магнитной индукции $B > 0,75$ Тл без увеличения температуры в зоне резания и за счёт более интенсивного перемешивания частиц ФАП происходит интенсификация процесса обработки.

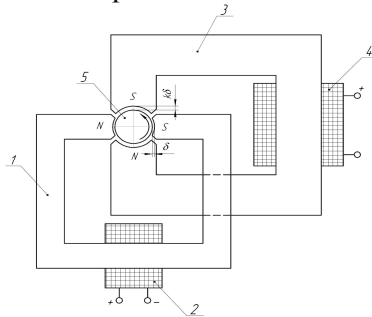
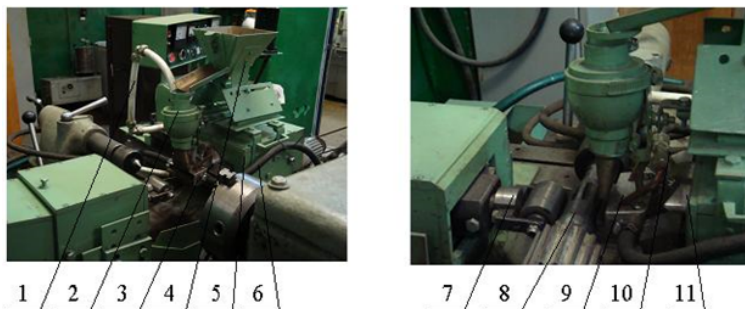


Рисунок 1 – Схема установки MAO с дополнительной магнитной системой

Для реализации процесса МЭУ разработана и изготовлена установка УНП-1 с ЭМС на основе постоянных магнитов и сварочного инвертора (рисунок 2) [6, 7]. Для финишной обработки с упрочнением покрытий используется установка MAO с комбинированной ЭМС на базе станка ЭУ-6. Данное технологическое оборудование обеспечивает стабилизированные во времени технологические параметры режима нанесения и финишной обработки износостойких покрытий.

Известно [2, 3, 6], что процесс изнашивания различных материалов покрытий, полученных МЭУ и MAO, в условиях

трения качения с проскальзыванием со смазочным материалом и смазочным материалом с частицами абразива не исследован. Поэтому целью работы является исследование влияния параметров, характеризующих условия работы деталей трансмиссий автотракторной техники на износостойкость покрытий, полученных МЭУ и МАО.



- 1 – трубопровод для подачи рабочей жидкости; 2 – смеситель; 3 – полусный наконечник; 4 – бункер-дозатор; 5 – электромагнитный питатель; 6 – трубопровод для подачи охлаждающей жидкости наконечника; 7 – накатное устройство; 8 – изделие; 9 – сопло; 10 – трубопровод для подачи защитного газа; 11 – сердечник магнита постоянного

Рисунок 2 – Установка магнитно-электрического упрочнения

Триботехнические испытания образцов из стали 45 ГОСТ 1050-88 закаленной до твердости 52–54 HRC с покрытиями из ферромагнитных порошков Fe-2%V и ФБХ-6-2 проводились в условиях изнашивания со смазочным материалом и смазочным материалом с частицами абразива при трении качения с 10 %-м проскальзыванием на машине трения модели 2070 СМТ-1 в соответствии с ГОСТ 30480-97 и ГОСТ 23.224-86 по схеме «диск-диск» (контртело из стали ШХ15 ГОСТ 801-78 закаленное до твердости 60–62 HRC, смазочный материал – трансмиссионное масло ТМ-3-18 (ТАП-15В) ГОСТ 23652-79). Эталон – образец из стали 45 закаленный до твердости 52–54 HRC. Износ образцов с покрытиями и эталона определялся на оптическом длинномере ИЗВ-1.

Для обеспечения точности и достоверности исследований на износостойкость образцы с покрытиями испытывались в условиях

максимально приближенным к эксплуатационным с применением метода математического планирования эксперимента [10 – 12].

Обработка результатов экспериментов, полученных по матрице ЦКОП второго порядка, с использованием прикладных программ Mathcad и Excel пакета MS Office, позволили получить статистические модели (1 и 2), определяющие зависимости исследуемого параметра I покрытий, полученных ЭМН, от факторов $X_1 = P$, $X_2 = K_ч$, $X_3 = t_м$ и $X_4 = V_к$.

$$Y_1 = I_{ФБХ\ 6-2} = 1,211 - 0,812 \cdot X_1 + 5,612 \cdot X_2 - 0,035 \cdot X_3 - 0,0047 \cdot X_4^* + 0,127 \cdot X_1 X_2 + 1,521 \cdot X_1 X_3 - 0,0034 \cdot X_1 X_4^* - 1,126 \cdot X_2 X_3 - 0,0098 \cdot X_2 X_4^* - 0,0018 \cdot X_3 X_4^* + 0,745 \cdot X_1^2 + 5,612 \cdot X_2^2 + 0,00058 \cdot X_3^2 + 0,0019 \cdot X_4^{2*}; \quad (1)$$

$$Y_2 = I_{Fe-2\%V} = 1,46 - 1,045 \cdot X_1 + 6,440 \cdot X_2 + 0,0009 \cdot X_3 + 0,00064 \cdot X_4^* + 0,567 \cdot X_1 X_2 + 1,932 \cdot X_1 X_3 - 0,0091 \cdot X_1 X_4^* - 2,314 \cdot X_2 X_3 - 0,0014 \cdot X_2 X_4^* - 0,00715 \cdot X_3 X_4^* + 0,910 \cdot X_1^2 + 6,975 \cdot X_2^2 + 0,00090 \cdot X_3^2 + 0,00047 \cdot X_4^{2*}. \quad (2)$$

Выявлено, что не все коэффициенты регрессий (8 и 9) значимы с 95%-й доверительной вероятностью по критерию Стьюдента (* коэффициент не значим). Установлено, что модель адекватна при 5%-м уровне значимости по критерию Фишера.

Анализ статистических моделей (1 и 2) показывает, что в принятых пределах варьирования относительная скорость трения не оказывает существенного влияния на интенсивность изнашивания образцов. Установлено, что по степени влияния на интенсивность изнашивания покрытий параметры можно расположить в ряд при трении качения с проскальзыванием со смазочным материалом: $Y_1 = I: P \rightarrow t_м \rightarrow V_к$ и в ряд – при трении качения с проскальзыванием со смазочным материалом с частицами абразива: $Y_2 = I: K_ч \rightarrow P \rightarrow t_м \rightarrow V_к$. Относительная скорость трения качения $V_к$ не оказывает существенного влияния на интенсивность изнашивания поверхностей образцов. Установлено, что интенсивность изнашивания покрытий из порошка Fe-2%V в 1,5–2,1 раза ниже, чем для покрытий из порошка ФБХ-6-2, из-за большего содержания метастабильного

аустенита, обеспечивающего пластичность основы наплавленного слоя. С применением графоаналитического метода двумерных сечений для принятых условий изнашивания определена рациональная область работы исследуемых трибосопряжений при трении качения с проскальзыванием со смазочным материалом: $P = 0,5-1,0$ кН и $t_m = 25-45$ °С; при трении качения с проскальзыванием со смазочным материалом с частицами абразива: $P = 0,5-0,8$ кН, $t_m = 25-40$ °С, $K_ч = 0,05$ г/см³.

Сравнительные испытания износостойкости посадочных мест под подшипники качения валов коробок перемены передач автомобиля КаМАЗ – 53212 (вторичный 14.1701105, промежуточный 14.1701048, первичный 15.1701027), изготовленных по типовой технологии и восстановленных на установке УНП-1, выполнялись в условиях ремонтного производства автотракторной техники. Результаты исследований показали, что интенсивность изнашивания посадочных мест валов, изготовленных по типовой технологии и восстановленных составила 3,2 – 5,9 мкм/км и 2,7 – 5,3 мкм/км соответственно [6, 11, 12].

Анализ дисперсии результатов испытаний износостойкости посадочных мест под подшипники качения валов коробок перемены передач показал, что разброс экспериментальных данных не превышает 11 % для стендовых и 14% – для производственных испытаний.

На основании полученных результатов исследований износостойкости покрытий, полученных МЭУ на установке УНП-1 и обработанных на установке МАО с дополнительной МС, можно сделать следующие выводы:

1 Электромагнитная система установки УНП-1 на основе постоянных магнитов стабилизирует технологические параметры процесса (силу технологического тока и магнитную индукцию в РЗ), обеспечивает равномерность и однородность покрытий по толщине. Установка МАО с дополнительной МС в процессе финишной обработки покрытий обеспечивает магнитное упрочнение поверхности.

2 Статистические модели, определяющие зависимости исследуемого параметра – интенсивности изнашивания покрытий в условиях трения качения от нагрузки P показывают, что износ имеет нелинейный характер, а увеличение концентрации абразивных

примесей в масле приводит к росту интенсивности изнашивания покрытий по зависимости близкой к линейной. Выявлено, что с уменьшением концентрации абразивных частиц в масле, влияние температуры масла в ванне на изнашивание покрытий, полученных ЭМН порошков ФБХ-6-2 и Fe-2%V, возрастает.

3 Для принятых условий изнашивания определена оптимальная область работы исследуемых трибосопряжений при трении качения со смазкой, загрязненной частицами абразива: $P = 0,5 - 0,8$ кН, $t_m = 25 - 40^\circ\text{C}$, $Kч = 0,05$ г/см³.

Список использованной литературы

1 Миклуш, В.П. Организация технического сервиса в агропромышленном комплексе. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 607 с.

2 Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. Полоцк: ПГУ, 1999. 240 с.

3 Кожуро, Л.М. Обработка деталей машин в магнитном поле / Л.М. Кожуро, Б.П. Чемисов. – Минск: Наука и техника, 1995. – 232 с.

4 Барон, Ю.М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1986. – 176с.

5 Сакулевич, Ф.Ю. Основы магнитно-абразивной обработки. – Минск: Наука и техника, 1981. – 328 с.

6 Акулович, Л.М. Повышение качества покрытий при электромагнитной наплавке в постоянном магнитном поле // Вестник ПГУ. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2008. – № 8. – С. 58 – 65.

7 Акулович, Л.М. Влияние параметров технологического тока при электромагнитной наплавке на качество покрытий // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. в 2 ч. Ч.1 / Под общей ред. И. Н. Шило, Н. А. Лабушева. – Минск: БГАТУ, 2014. – С. 301 – 307.

8 Акулович, Л.М. Использование трансформаторных и инверторных источников технологического тока при электромагнитной наплавке // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: тез. докл. IX Междунар. науч.-техн. конф. / Под ред. А. И. Свириденка и В. А. Бородули. – Гродно: ГрГУ, 2013. – С. 115 – 116.

9 Ящерицын, П.И. Алмазно-абразивная обработка и упрочнение изделий в магнитном поле. – Минск: Наука и техника, 1989. – 271 с.

10 Чичинадзе, А.В. Основы трибологии (трение, износ, смазка) : учебник для техн. вузов / под общ. ред. А.В. Чичинадзе. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 2001. – 664 с.

11 Кожуро, Л.М. Формирование триботехнических свойств деталей машин наплавкой в электромагнитном поле // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2004. – № 3. – С. 21 – 24.

12 Икрамов, У.А. Расчетные методы оценки абразивного износа / У.А. Икрамов. – М. : Машиностроение, 1987. – 288 с.

Антонишин Ю.Т., кандидат технических наук, доцент;
Сокол В.А.

*Учреждение образования «Белорусский государственный
аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

ПРОЦЕСС УПРОЧНЯЮЩЕЙ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Аннотация. В статье представлены сведения о перспективных направлениях использования термомеханической обработки на производствах агропромышленного комплекса. Приведены примеры получения изделий из углеродистых сталей. Показано влияние режимов обработки на прочность и износостойкость изделий.

Ключевые слова: термомеханическая обработка, упрочнение, углеродистая сталь, температура обработки, износостойкость, структура.

Annotation. In the article presented taking about perspective directions of the use of termomechanical treatment on the productions of agroindustrial complex. The examples of receipt of wares are resulted from carbon steel. Influence of the modes of treatment is rotined on durability and wearproofness of wares.

Keywords: thermomechanical treatment, development of strength, carbon steel, temperature processing, gear heat, structure/

Введение. Основная сфера применения стали У10 – это производство инструментов, эксплуатация которых не предполагает нагревание: кернеры, фрезы, витые и плоские пружины, накатные ролики, слесарно-монтажные инструменты, детали часовых механизмов, деревообрабатывающие инструменты и так далее. Из нетеплостойкой стали высокой твердости изготавливают напильники, которые обычно перековывают в великолепные клинки. Данная сталь обеспечивает достаточную прочность в сочетании с хорошей режущей способностью, что

делает ее перспективной для производства деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного износа) лемех плуга, режущие элементы косилок).

Традиционно для снижения твердости и создания благоприятной структуры сталь до изготовления детали подвергают предварительной термической обработке – отжигу. Поскольку наличие сетки вторичного цементита ухудшает качество и срок службы изделий, стали подвергают сфероидизирующему отжигу, нагревая ее до 740–750° С. В результате такого отжига пластины цементита делятся (на этот процесс положительно влияет наличие субграниц и скоплений дислокаций). Регулируя скорость охлаждения, можно получать глобулы цементита различного размера. Окончательная термическая обработка – закалка и отпуск. Температура закалки заэвтектоидной стали У10 $A_{C1}+(40-50^{\circ}C)$. Структура закаленной стали – мелкоигльчатый мартенсит или мелкоигльчатый мартенсит с мелкими карбидами. Температуру отпуска выбирают в зависимости от твердости, необходимой для эксплуатации данного изделия.

Широкое распространение и обширный круг изделий из стали У10, делает актуальным повышение ее прочности и износостойкости. Особое внимание при этом следует уделить возможности применения высокотемпературной термомеханической обработки. Применение на производстве этой технологии требует уточнения температур и других технологических параметров.

Сейчас наиболее остро стоит проблема повышения долговечности и износостойкости рабочих органов почвообрабатывающих машин [1].

Цель работы – получение выгодного сочетания структуры скрытокристаллического мартенсита с мелкими, равномерно распределенными карбидами, способствующими повышению прочности и износостойкости изделий, при относительно малом окислении и обезуглероживании.

Основная часть. Цель достигается за счет того, что в способе термомеханической обработки стальных изделий, включающем нагрев заготовки токами высокой частоты до температуры аустенизации, пластическую деформацию, закалку и отпуск, нагрев производят до температуры 980-1050°С, деформацию производят горячим гидродинамическим выдавливанием в условиях всестороннего сжатия со степенью деформации 60–95%, скоростью деформации 0,5 – 2 м/с с последующей закалкой и

нормальным отпуском. Особенность технологии в создании схемы гидропрессования, при которой промежуточная среда передает одинаковое давление на деформируемый материал в контейнере и в очаге сосредоточенной деформации – в матрице.

Традиционно для достижения максимальной твердости применяют закалку деталей, нагретых до широкой области температур. Для получения высокой прочности и предупреждения ухудшения вязкости верхний предел температур закалки ограничивают. Заэвтектоидные стали имеют мало избыточных карбидов, которые могут эффективно задерживать рост зерна при повышенном нагреве. Поэтому интервал оптимальных температур нагрева для большинства сталей узок: 15-20°C (рекомендуемая температура закалки стали У10 865-880°C) [2].

Высокотемпературное горячее гидродинамическое выдавливание с немедленной закалкой по рекомендуемым режимам (температура до 950°C и нормальный отпуск) позволило получить изделия с твердостью 51-58 HRC, т.е. с неполной закалкой. Причина – высокочастотный нагрев. Известно [3], что скоростной индукционный нагрев ведет к повышению точки фазовых превращений, а следовательно, и температуры закалки стали в среднем на 100°C. Кроме того, значительно расширяется интервал закалочных температур. Поэтому уточнили оптимальную температуру нагрева заготовок перед вылавливанием. В таблице 1 представлены результаты исследования влияния температуры нагрева перед пластической деформацией заготовок на твердость после закалки и отпуска.

Таблица 1 – Влияние температуры нагрева заготовок перед выдавливанием на твердость изделий после закалки и отпуска

Температура выдавливания заготовки, °С	Температура охлаждающей среды (масло), °С	Твердость, HRC	
		до отпуска	после отпуска
1140	35	61 - 62	51 - 55
1100	35	61 - 63	61 - 62
1040	35	62 - 64	62 - 63
1000	35	63 – 65	62 - 64
980	35	62 - 64	61 - 63
960	35	62 - 64	61 - 62
950	45	62 - 63	57 - 58
900	45	58 - 60	55 - 56
800	45	54 - 55	50 - 52

Из материалов таблицы следует, что наилучшие результаты получены при ВТМО с нагревом до 980 – 1050 °С. Микроструктура полученных изделий состояла из мартенсита с мелкими карбидами, равномерно распределенными по поперечному и продольному сечению образцов. Однако температура нагрева заготовок оказывала большое влияние на величину и характер распределения мартенситных игл. Наиболее качественную структуру получали при выдавливании с последующим охлаждением изделий (ВТМО) с температур 950 - 1000°С. В этом случае структура изделий состоит из характерного мелкоигльчатого мартенсита и остаточного аустенита.

При деформации и закалке с нагревом выше 1050°С размеры мартенситных игл начинают увеличиваться, а при 1140°С появляется «рыхлая» мартенситная структура с колоннами крупных игл, причем твердость стали в этом случае резко падает после отпуска. при деформации заготовок, нагретых до 1200°С, получали структуру перегрева. поэтому оптимальными температурами электронагрева заготовок из стали У10 при горячем выдавливании в режимах ВТМО следует считать интервал 980–1030°С, так как при этих параметрах помимо относительно малого окисления и обезуглероживания можно получить выгодное сочетание структуры скрытокристаллического мартенсита с мелкими равномерно распределенными карбидами, способствующее повышению прочности и износостойкости деталей.

Детали, изготовленные из стали У10 по общепринятой технологии (механическая обработка с последующей термообработкой) имели мартенситную структуру, в которой сохранялся характер распределения карбидов (6-й балл по ГОСТ 5952), соответствующий исходным заготовкам.

Эффект упрочнения обеспечивается деформацией металла не менее, чем на 80–90%. Однако при обычном выдавливании сплавов при 90%-ной деформации развиваются высокие давления, что является серьезным препятствием промышленному освоению термомеханического упрочнения. Выдавливание в условиях всестороннего сжатия снижает усилия деформирования, что делает возможной большую разовую деформацию, а следовательно, и большой эффект упрочнения.

Прочность образцов из стали У10, обработанных известным способом, составляла 305 МПа, ударная вязкость – 12 Дж/см². После обработки предлагаемым способом прочность образцов была 510 МПа, а ударная вязкость – 35 Дж/см². При этом твердость у образцов была одинаковой (63 HRC).

Упрочнение рабочих органов за рубежом проводят термообработкой (технологический цикл достигает в отдельных случаях 30...40 часов). Многие фирмы за последние 5...8 лет стали упрочнять лезвийные детали наплавкой твёрдыми сплавами.

Рабочие органы почвообрабатывающих машин за рубежом в основном изготавливают из углеродистых сталей с содержанием углерода от 0,3...0,4 до 1,2 %. В Норвегии применяют стали с пониженным содержанием углерода (а также фосфора и серы), что обусловлено каменистостью почв. В США для производства плужных лемехов используют стали, соответствующие маркам У9, У10 и У12. Большинство деталей имеют небольшую толщину и подвергаются закалке с отпуском до твёрдости порядка HRC 50.

Установлено, что по износостойкости применяемые за рубежом стали для почвообрабатывающих рабочих органов не обладают большими преимуществами, по сравнению с отечественными.

Из полученных данных следует, что использование предлагаемого способа обработки сталей позволяет по сравнению с известным способом повысить износостойкость в 1,1–2,0 раза, а прочность в 1,1–1,4 раза при сохранении твердости стандартно закаленной стали.

Заключение. Приоритетным направлением получения деталей из стали У10 является горячее гидродинамическое выдавливание, обеспечивающее стабильное по качеству упрочнение и повышение износостойкости режущих элементов.

Список использованной литературы

1. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. М., 1977, 328 с.
2. Гуляев А.П. Инструментальные стали. Справочник. М., Машиностроение, 1975, 272 с.
3. Кидин И.Н. Термическая обработка стали при индукционном нагреве. М. 1950, 318 с.

Мирутко В.В., кандидат технических наук, доцент
*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г.Минск, Республика Беларусь*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ОЧИСТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. В статье даны рекомендации и приведены перспективные технологическая линия очистки сельскохозяйственной техники и планировочное решение универсального моечного участка многоцелевого назначения, предназначенные для очистки машин, сборочных единиц и деталей в режиме оборотного водоснабжения.

Ключевые слова: очистка, мойка, техническое обслуживание, ремонт.

Annotation. In article you can find recommendations and perspective technological line for machinery's agricultural cleaning, that consist of three contours of objects' cleaning and which allow to create the universal washing posts of universal purpose, intended to (for) cleaning of cars, assembly units and details.

Keywords: liquid, washing, service engineering, repair.

Введение. Очистка объектов на ремонтно-обслуживающих предприятиях АПК является одной из наиболее важных и трудоемких операций при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники. При использовании типовых технологий в ремонтных мастерских и цехах предприятий по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники моечно-очистные участки занимают до 13% производственных площадей, на долю операций очистки приходится 6-8% от общей трудоёмкости текущего ремонта машин, а стоимость моечно-очистного оборудования составляет 10-15% от общей балансовой стоимости ремонтно-технологического оборудования. Очистка изделий по типовой технологии потребляет до 13% расходуемой тепловой энергии, в том числе до 70% на технологические нужды. Установленная

мощность моечно-очистных машин составляет в некоторых случаях до 20% от установленной мощности технологического оборудования ремонтно-обслуживающего предприятия. Наличие загрязнений на поверхностях машин, сборочных единиц и деталей препятствует обнаружению дефектов, проведению контрольных и регулировочных работ, снижает производительность труда, общую культуру проведения ремонтно-обслуживающих работ, уменьшает в конечном счете надежность машин. Особенно актуальной проблемой при выполнении моечно-очистных работ является соблюдение требований экологической безопасности [1,2].

Ремонтно-обслуживающие предприятия Республики Беларусь несмотря на сокращение выбросов вредных веществ в окружающую среду в последние годы, в основном обусловленную сокращением производственных программ по ТО и ремонту, по-прежнему являются наиболее серьезными источниками загрязнения водных ресурсов нефтепродуктами, поверхностно-активными веществами, кальцинированной и каустической содой, силикатами натрия, фосфатами и др. вредными веществами. Городские и поселковые системы очистки сточных вод не принимают отработанные моющие растворы и стоки на обработку, поскольку они содержат перечисленные выше загрязнения, трудно поддающиеся биологическому разложению и выводят водоочистные сооружения из строя. В связи с этим возникает острая необходимость в переходе на новые ресурсосберегающие технологии очистки объектов с безотходными и малоотходными производственными процессами с заменой энерго и ресурсоемких, массогабаритных и малоэффективных моечных машин на новое универсальное моечное оборудование, позволяющее резко сократить потребление свежей воды и исключить загрязнение окружающей среды сточными водами при внедрении бессточных и оборотных систем водоснабжения.

Большие материальные и трудовые затраты при использовании типовых технологий очистки и достаточно жесткие технические и санитарные требования, предъявляемые к проводимым работам, указывают на необходимость их совершенствования путем перехода на ресурсосберегающие технологии.

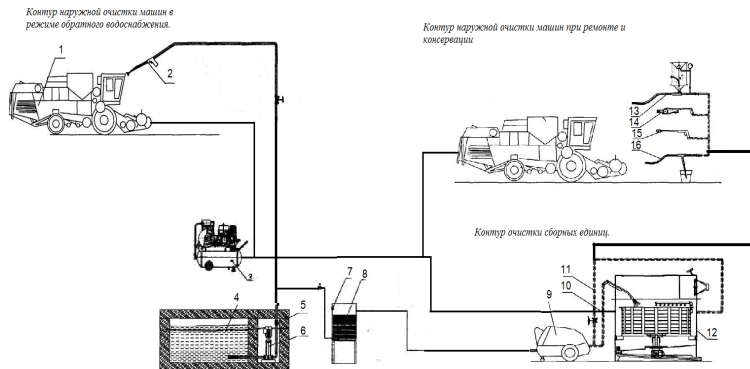
Основная часть. Разрабатываемые ресурсосберегающие технологии очистки должны обеспечивать необходимый уровень очистки поверхностей, отвечающий техническим и санитарным

требованиям при минимальных материальных и трудовых затратах с соблюдением требований экологической безопасности.

При разработке таких технологий целесообразно:

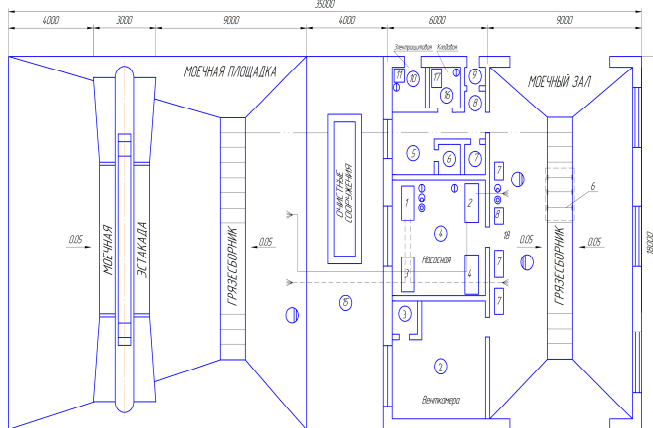
- обеспечить соответствие видов и массогабаритных показателей объектов очистки способу очистки, типу и производительности моечно-очистных машин;
- использовать универсальные высоконапорные моечные аппараты фирм KRANZLE, KARCHER и др. с комплектом специальных адаптеров, расширяющих их функциональные возможности (гидропескоструйная насадка, турбофреза, пенные насадки или генератор, вращающиеся щётки и т.д.);
- применять моечные машины нового поколения с быстроизменяющимися очищаемыми средами и способами очистки;
- применять альтернативные гидроочистке методы: ледоструйная, ультразвуковая, полиэтиленовой или металлической дробью, песком, косточковой или фарфоровой крошкой и т.д.;
- использовать моечные машины погружного типа, камерные и другие периодически по мере накопления обслуживаемого фонда;
- использовать межсменное время для вымачивания изделий в специальных технических моющих растворах для удаления прочнофиксированных загрязнений типа: асфальтосмолистые, нагар, накипь, ржавчина и др.;
- применять низкотемпературные и биологически хорошо разлагаемые технические моющие средства типа «СИРИУС» и др.;
- применять специальные средства, предотвращающие или уменьшающие адгезию загрязнений к поверхностям объектов очистки;
- применять эффективные средства контроля технологических режимов работы моечных машин и качественного состава очищающих сред;
- создавать универсальные моечные посты многоцелевого назначения, предназначенные для очистки машин, сборочных единиц и деталей с бессточными и оборотными системами водоснабжения.

Для снижения затрат на создание эффективных постов очистки сельскохозяйственной техники, отвечающих вышеприведенным рекомендациям, в УО БГАТУ разработаны перспективные технологическая линия (рисунок 1) и планировочное решение универсального участка очистки машин, сборочных единиц и деталей с системой оборотного водоснабжения (рисунок 2).



1-объект очистки;2-брандспойт; 3 – компрессор СО-7Б;4-водозаборная камера; 5-обратный клапан; 6 – моечная установка CR3-25;7-труба;8-фильтр; 9 – высоконапорный моечный аппарат HDS 698C Eco; 10-мониторная очистка; 11-душевое устройство;12– моечная камера; 13 – гидropескоструйный аппарат; 14-турбозлазер;15-турбофреза;16- гидropескоструйный насадок

Рисунок 1 – Перспективная технологическая линия очистки сельскохозяйственной техники



1 – моечная установка CR3-25; 2 – высоконапорный моечный аппарат HDS 698C Eco; 3 – моечная камера; 4 – компрессор СО-7Б; 5 – выпрямитель ВСМ-111; 6 –устройство для очистки ходовой части машины; 7 – контейнеры для очистки крупногабаритных деталей; 8 – ванна для вымачивания деталей

Рисунок 2 – Технологическая планировка универсального участка очистки машин, сборочных единиц и деталей сельскохозяйственной техники

Основным преимуществом разработок является использование ограниченного числа моечных машин нового поколения, универсальных и экономичных. Например, в представленной технологической линии используется две моечные машины, технические характеристики которых приведены в таблице 1. Первая установка CR3–25, состоящая из электродвигателя и самовсасывающего центробежного насоса, предназначена для предварительной очистки сельскохозяйственной техники оборотной водой. Вторая высоконапорная моечная установка типа *HDS 698C Eco* предназначена для выполнения ответственных моечных операций при техническом обслуживании, ремонте и консервации сельскохозяйственной техники. При этом высоконапорный моечный аппарат используется как для наружной очистки машин, так и для очистки сборочных единиц и деталей. Применение для высоконапорного аппарата специальных устройств значительно расширяют его функциональные возможности. К ним относятся: турбофреза с вращающейся точечной струей ($n=4000\text{мин}^{-1}$) для удаления прочнофиксированных загрязнений с больших площадей поверхности; турбалазер, повышающий производительность обработки в несколько раз за счет увеличения силы удара импульсной струей; гидропескоструйная насадка, позволяющая удалять с поверхностей продукты коррозии, старые лакокрасочные покрытия и слежавшиеся прочнофиксированные агрохимикаты; пенные насадок или генератор, значительно сокращающие расход технических моющих средств. Представленная технологическая линия состоит из трех контуров.

Таблица 1 – Техническая характеристика моечных машин

№ п/п	Наименование Показателей	Единица измерения	Величина показателя для моечной машины	
			CR3-25	НДС 698C Eco
1	Рабочее давление	МПа	1,6	3,0...16,0
2	Установленная мощность	кВт	2,2	4,5
3	Подача воды	м ³ /ч	2	0,35...0,65
4	Температура	°С		
5	– воды – пароводяной смеси		20 --	до 90 до 140
6	Расход топлива	кг /ч	--	3,7
7	Масса	кг	40	94
8	Габаритные размеры (LxВxH)	мм	280x180x90	500x800x850
9	Стоимость	у.е.	1500	6000

Первый контур, включает самовсасывающую насосную установку, заборный фильтр с обратным клапаном, брандспойт и служит для предварительной очистки машин и сборочных единиц оборотной водой от пылегрязевых загрязнений, остатков перевозимых грузов, соломы и др. малосвязанных с поверхностями ингредиентов. Второй контур состоит из высоконапорного моечного аппарата с комплектом специальных устройств (турбофреза, турболазер, гидropескоструйная насадка) и емкостью с техническим моющим средством. Он предназначен для наружной очистки машин и крупногабаритных агрегатов (двигатель, КПП, передний, задний мост и др.) при выполнении ответственных операций технического обслуживания, ремонта и консервации, с удалением прочнофиксированных загрязнений в том числе: маслянисто-грязевые, старая краска, ржавчина, слежавшиеся агрохимикаты и др. Третий контур состоит из машин и устройств второго контура с добавлением специальной моечной камеры с вращающейся корзиной, моечной рамкой с форсунками и откидной крышкой со смотровыми люками и моечным окном. Этот контур предназначен для очистки малогабаритных сборочных единиц и деталей по двум схемам. Первая схема предназначена для ручной мониторинной очистки через моечное окно, вторая схема предназначена для механизированной очистки через форсунки, установленные в коллекторе над вращающейся моечной корзиной с отмываемыми изделиями.

Высоконапорный моечный аппарат может при необходимости работать на оборотной воде при использовании дополнительного сорбционного фильтра для доочистки воды до концентрации взвешенных веществ ≤ 10 мг/л и нефтепродуктов ≤ 2 мг/л.

Применение трехконтурной технологической линии позволяет создавать на ремонтно-обслуживающих базах (РОБ) коллективных хозяйств и ремонтных предприятий универсальные моечные посты многоцелевого назначения (ПМН) для очистки машин, сборочных единиц и деталей. Это обеспечивает в отличие от типовых проектных решений РОБ коллективных хозяйств централизованно выполнять моечно-очистные работы и исключить дополнительное строительство ещё нескольких постов очистки с соответствующим оборудованием и локальными очистными сооружениями к ним. Например, создание ПМН для хозяйств с машинотракторным парком 50 и выше тракторов позволяет исключить из состава центральной ремонтной мастерской участок очистки сборочных

единиц и деталей с дорогостоящей (свыше 30 000 Евро) и энергоёмкой моечной машиной ОМ-1366Г-01 и локальными очистными сооружениями.

Заключение. Внедрение перспективной технологической линии очистки сельскохозяйственной техники и планировочного решения универсального моечного участка многоцелевого назначения, предназначенного для очистки машин, сборочных единиц и деталей в режиме оборотного водоснабжения возможно на различных уровнях ремонтно – обслуживающих баз АПК и дает значительную экономию расходов на строительство постов очистки, очистных сооружений, на приобретение моечного оборудования и повышает производительность, качество и экономичность выполнения моечно-очистных работ.

Список использованной литературы

1. Пучин, Е.А. Проблема очистки сельскохозяйственной техники при ремонте и техническом обслуживании / Пучин, Е.А. Петрашев А.Н., Веденеев А.А., Байдылдаев В.А.; под ред. Пучина Е.А.– М.: 2002. – с.32-34.
2. Технология ремонта машин / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский и др.; Под редакцией / Е.А. Пучина – Москва: Колос, 2007. – 488с.

Девойно О.Г.¹, доктор технических наук, профессор;

Кардаполова М.А.¹, кандидат технических наук;

Луцко Н.И.¹; **Василевский П.Н.**²

¹Учреждение образования «Белорусский национальный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

²Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

К ВОПРОСУ УПРОЧНЕНИЯ-ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ МЕТОДАМИ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

Восстановление и упрочнение деталей сельскохозяйственной техники – технически обоснованное и экономически оправданное мероприятие. Это позволяет ремонтно-обслуживающим предприятиям и мастерским хозяйств сокращать время простоя неисправных машин, повышать качество их технического обслуживания и ремонта, положительно влиять на улучшение показателей надежности и использования машин.

Проведение работ по восстановлению деталей позволяет достигнуть снижения себестоимости ремонта за счет сокращения затрат на новые запасные части и сокращения производственных затрат при эксплуатации машин в хозяйствах. Стоимость запасных частей составляет значительную часть в себестоимости капитального ремонта – 48-70 %. Это свидетельствует о значительных возможностях снижения себестоимости ремонта машин за счет сокращения этой статьи расходов путем восстановления бывших в работе деталей.

В процессе ремонта и восстановления деталей имеет место их упрочнение: улучшается геометрия посадочных и опорных мест; повышается твердость и эксплуатационные характеристики рабочих поверхностей путем нанесения композиционных покрытий и покрытий из полимеров, что позволяет не только достигать исходного ресурса деталей, но и значительно превышать его.

В результате проводившихся исследований и разработок в настоящее время существуют и используются технологии

электрошлаковой приварки проволоки и ленты, припекания специальных порошков, наплавки твердых сплавов, дуговой наплавки под слоем флюса и в среде углекислого газа, вибродуговой наплавки, газопламенного и плазменного напыления, индукционной приварки порошковых материалов, которые позволяют получать долговечность деталей выше, чем новых. Для восстановления деталей, имеющих значительный износ разработаны процессы электрошлаковой наплавки, заливки жидким металлом. Для повышения трибологических характеристик разрабатываются технологии обработки рабочих поверхностей лучом лазера. Процессы лазерной закалки, легирования карбидами и боридами дополнительно повышают ресурс работы поверхностей трения.

До 80 % валового объема деталей сельскохозяйственной техники восстанавливают в настоящее время дуговой сваркой и наплавкой. Процесс дуговой наплавки энергоемкий и трудоемкий, вызывает перегрев деталей, их коробление и отпуск. Около 45 % наплавленного металла превращается в стружку при механической обработке. Методы восстановления изношенных поверхностей газопламенным и плазменным напылением, а также газопорошковая наплавка, лишены этих недостатков и по объему применения при восстановлении сельхозтехники вышли на второе место после дуговой наплавки. Однако серьезным фактором, ограничивающим применение технологий для ремонта многих деталей, является высокая стоимость порошковых материалов. При внедрении указанной группы технологий, как правило, руководствуются следующими критериями. Стоимость восстановления изношенной детали должна быть не более половины стоимости нового изделия. При этом долговечность восстановленной детали должна быть не ниже или выше указанного показателя нового изделия. Исходя из сказанного, экономически обосновано дорогостоящие порошки использовать для ремонта деталей машин и агрегатов сельхозтехники, в то время как для упрочнения почвообрабатывающих и режущих деталей имеет смысл использовать материалы, получаемые из отходов различных производств.

В Белорусском национальном техническом университете и Белорусском государственном аграрном техническом университете

имеется значительный научно-технический задел в области исследований, разработки и внедрения оборудования и технологических процессов газопламенного и плазменного напыления и газопорошковой наплавки уже более 40 лет. Разработанные за это время технологии позволяют эффективно упрочнять, восстанавливать, увеличивать ресурс деталей, в том числе сельскохозяйственной техники – лемехов, сошек, долот, дисков почвообрабатывающих и др. (рисунок 1). При этом срок службы таких деталей увеличивается в 3-5 раз, снижаются затраты на запасные быстроизнашивающиеся детали.

В БНТУ разработана и изготавливается установка для газопламенного напыления, имеющая технические характеристики на уровне ведущих мировых производителей подобного оборудования (рисунок 2). Установка имеет производительность напыления от 4 до 7 кг/час, коэффициент использования порошка – до 95 % и позволяет осуществлять напыление широкой гаммы металлических и неметаллических материалов как вручную, так и в полуавтоматическом режиме.



Рисунок 1 – Детали сельскохозяйственной техники с рабочими зонами, восстановленными методом газопорошковой наплавки

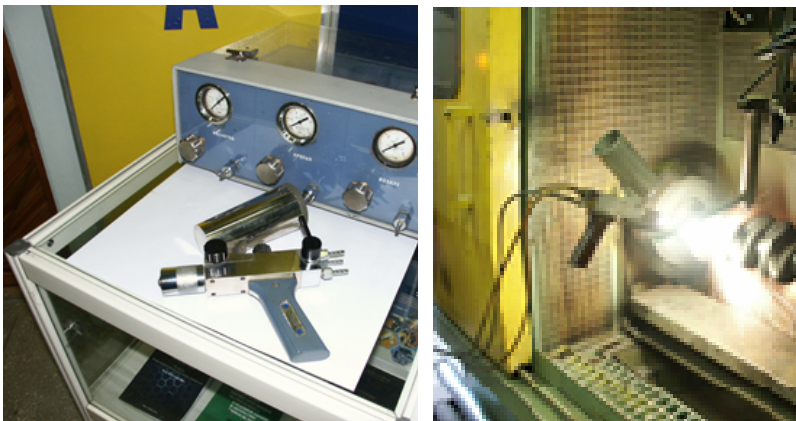


Рисунок 2 – Установка газопламенного напыления

Имеется большой опыт разработки и внедрения оборудования и технологии газопламенного напыления для упрочнения-восстановления деталей сельскохозяйственной техники. Возможно сотрудничество как по передаче разработанной технологии в ремонтные мастерские, так и по упрочнению-восстановлению деталей непосредственно на мощностях лаборатории.

Константинов В.М., доктор технических наук, профессор;

Дашкевич В.Г., кандидат технических наук, доцент;

Ковальчук А.В.

Учреждение образования «Белорусский национальный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДВУХСЛОЙНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Аннотация. Получены двухслойные покрытия «термодиффузионный слой – PVD покрытие», представляющие собой структуру упрочненной в результате борирования стальной подложки и высокотвердого покрытия TiAlN, полученного путем контролируемого магнетронного нанесения. Исследованы дюрометрические и трибологические свойства полученных двухслойных покрытий.

Ключевые слова: упрочнение, химико-термическая обработка, борирование, PVD покрытие, микротвердость, износостойкость.

Annotation. Two-layer coating of the «thermodiffusion layer – PVD coating» was obtained. They have the structure hardened as a result of boriding steel substrate and hard coating TiAlN, obtained by controlled magnetron sputtering. Microhardness and tribological properties of the resulting two-layer coatings was investigated.

Keywords: hardening, thermochemical treatment, boriding, PVD coating, microhardness, wear resistance.

Требования к уровню эксплуатационной стойкости деталей пар трения в условиях отечественных машиностроительных производств и предприятий СНГ, где зачастую выбор способов обработки материалов диктуется не столько техническими требованиями, сколько возможностями имеющегося оборудования, способствовали становлению нового направления развития инженерии поверхности. Оно базируется на традиционных способах упрочнения с привнесением современных технологических кластеров и предполагает регламентированное изменение состава, структуры и свойств поверхности детали в заданном направлении [1, 2].

Перспективным способом поверхностного упрочнения является нанесение PVD/CVD твердых и высокотвердых покрытий на основе двухкомпонентных фаз внедрения [3, 4].

Однако следует отметить, что толщины получаемых вакуумным осаждением покрытий наряду с уровнем их эффективной жесткости на реальных деталях зачастую не в состоянии обеспечить высокую несущую способность покрытий [5].

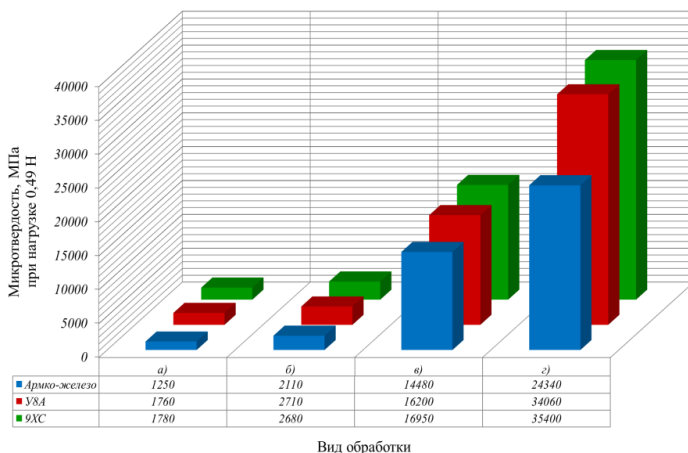
Это связано с тем, что свойства твердых покрытий ограничиваются, в том числе, свойствами материалов, на которые они наносятся, так как в процессе изнашивания помимо самого покрытия пластическую деформацию воспринимают и накапливают приповерхностные объемы деталей – материал подложки [1, 2, 5].

На основании этого сформировалась новая концепция повышения свойств PVD/CVD покрытий, заключающейся в согласовании механических свойств покрытия и подложки и разработке технологий комплексного поверхностного упрочнения или дуплекс-процессов, включающих упрочнение подложки и последующее нанесение PVD/CVD покрытия [1, 6-8].

В данной работе представлены результаты исследований свойств двухслойных покрытий «термодиффузионный слой – PVD покрытие», разработанных для упрочнения деталей плунжерных и золотниковых пар гидромоторов белорусского производства [9].

Для получения двухслойного покрытия проводили термодиффузионное борирование в порошковой среде. Для проведения процесса использовали оригинальную порошковую смесь с высокой насыщающей способностью «besto-bog» [10]. В качестве материалов основы были использованы армко-железо и стали У8А и 9ХС. Затем получали PVD покрытия TiAlN методом контролируемого магнетронного нанесения в среде реактивных газов в НИИ прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко БГУ под руководством чл.-корр. НАН Беларуси, д.ф.-м.н., профессора Ф.Ф. Комарова.

В результате такой комплексной обработки на армко-железе и сталях У8А и 9ХС был сформирован эффективный упрочненный слой общей толщиной от 100 до 160 мкм. При этом микротвердость поверхности в результате комплексной обработки существенной выше ее значений для борирования и нанесения покрытия TiAlN в отдельности (рисунок 1).



а) без обработки, б) с покрытием TiAlN, в) после борирования, з) после комплексной обработки
 Рисунок 1 – Микротвердость поверхности стальных образцов в результате различных видов обработки

На протяжении трибологических испытаний все образцы с покрытиями показывали стабильные результаты, в трех точках измерения получались практически одинаковые дорожки износа. Это говорит о равномерном распределении свойств покрытий по поверхности. Основной причиной появления повреждений на дорожках трения следует считать, главным образом, хрупкое разрушение покрытий из-за их неспособности деформироваться и разрушение вследствие уменьшения толщины покрытия в очаге износа до некоторого критического значения. Вместе с этим разрушение покрытий также может быть обусловлено развитием трещин в подложке и на границе раздела с подложкой или термодиффузионным слоем и их распространению в результате контактного воздействия.

Износостойкость поверхности (в условиях сухого трения скольжения) в результате комплексной обработки в сравнении с необработанным состоянием повышается для армко-железа в 4,3 раза, для сталей У8А и 9ХС – в 5,6 и 5,8 раза соответственно.

Следует отметить, что износостойкость поверхности с двухслойными покрытиями «боридный слой – TiAlN» выше, чем с покрытием TiAlN в 2,9...4,1 раза. Это связано с тем, что предварительное упрочнение в результате борирования увеличивает время до появления остаточной деформации в основе

и снижает градиент жесткости и твердости между подложкой и покрытием. Образующиеся в результате термодиффузионного насыщения остаточные напряжения сжатия в поверхностном слое увеличивают время до появления усталостных трещин, а при наступлении начала последовательного разрушения покрытия более жесткий термодиффузионный слой накапливает меньше остаточной деформации и тормозит развития очага разрушения, а при полном разрушении покрытия TiAlN под контртелом работает дольше неупрочненной основы.

Таким образом, двухслойные покрытия «термодиффузионный боридный слой – PVD покрытие TiAlN» являются перспективными для поверхностного упрочнения ответственных стальных деталей.

На примере армко-железа и сталей У8А и 9ХС показано, что указанное двухслойное покрытие повышает микротвердость поверхности до 19,5...19,9 раз и износостойкость до 4,3...5,8 раз относительно исходного состояния.

Список использованной литературы

1. Komarov, F.F. The effect of steel substrate pre-hardening on structural, mechanical, and tribological properties of magnetron sputtered TiN and TiAlN coatings / F.F. Komarov, V.M. Konstantinov, A.V. Kovalchuk, S.V. Konstantinov, H.A. Tkachenko // *Wear*. – 2016. – Vol. 352-353. – P. 92–101.
2. *Nanostructured Coatings* / Eds. A. Gavaleiro, J.T. De Hosson. – Berlin: Springer-Verlag, 2006. – 648 p.
3. Komarov, F.F. [et. all] Formation and characterization of nanostructured composite coatings based on the TiN phase // *Acta Phys. Pol.*, 2014. – V. 125. – P. 1292-1295.
4. Microstructural design of hard coatings. / P.H. Mayrhofer [et al.] // *Progress in Materials Science*. – 2006. – Vol. 51. – № 8. – P. 1032-1114.
5. Методы упрочнения поверхностей деталей машин под ред. Г.В. Москвитина – М.: КРАСАНД, 2008. – 400 с.
6. Podgornik, B. [et all] Tribological Properties of Plasma Nitrided and Hard Coated AISI 4140 Steel // *Wear*, 2001. – Vol. 249. – P. 254-259.
7. *Metallic and Ceramic Coatings* / Eds. M.G. Hocking, V. Vasantasree, P. Sidky – Harlow: Longman scientific & technical, 1989. – 670 p.
8. Shengli, M. The composite of nitrided steel and TiN coatings by plasma duplex treatment and the effect of pre-nitriding // *Surface and Coatings Technology*, 2001. – Vol. 137. – P. 116-121.
9. Konstantinov, V.M. Surface engineering of slider valves of fluid power motors made of tool steels by using boriding saturation mixture / V.M. Konstantinov, V.G. Dashkevich, A.V. Kovalchuk // *Agricultural Engineering*. – 2015. – Vol. 47. – P. 1–6.
10. BESTO (Белорусские среды для термодиффузионной обработки) [Electronic resource] – Mode of access: <http://besto.by/vidy-obrabotki/borirovanie>. – Date of access: 08.02.2016.

Константинов В.М., доктор технических наук, профессор;
Булойчик И.А., младший научный сотрудник НИЛ УСИ
Учреждение образования «Белорусский национальный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ЦИНКОВЫЕ АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация: В статье представлена перспектива использования процессов термодиффузионного цинкования для антикоррозионной защиты металлоконструкций эксплуатирующихся в условиях сельхозпредприятий. Показано, что с применением данного способа цинкования возможна обработка широкой номенклатуры изделий. Особенностью процесса диффузионного цинкования является обеспечение диффузионного взаимодействия с насыщаемой основой изделия, в результате чего на поверхности защищаемой детали формируется интерметаллидный диффузионный слой, эксплуатационные свойства которого существенно превосходят традиционные покрытия на основе цинка.

Ключевые слова: антикоррозионная защита, цинковые покрытия, металлоконструкции.

Annotation: The article reveals the perspectives of applying thermo-diffusion methods for obtaining Zn anticorrosive diffusion layers on metal elements that are used in agriculture sphere. It is shown that using this method it is possible to obtain Zn anticorrosive diffusion layers on metal article of any type and configuration. The peculiarity of the method is in the diffusion counteraction between the saturating mixture and the substrate. The result is the formation of intermetallic diffusion layer with significantly improved characteristics comparing to the coatings are obtained using traditional methods.

Keywords: anticorrosion defence, zinc coatings, metal elements.

Принимая во внимание специфические условия работы ряда элементов металлоконструкций сельхозоборудования, обусловленных повышенным воздействием агрессивных сред и абразивного изнашивания, наиболее рациональным является использование

качественной антикоррозионной защиты на основе цинка. Расширение области применения защитных цинковых повышению уровня эксплуатационных характеристик с учетом обеспечения, наряду с коррозионной стойкостью, таких свойств покрытий, как твердость и износостойкость.

Следует отметить, что в настоящее время в Республике Беларусь находится достаточно большое количество предприятий, обеспечивающих цинкование изделий в расплавах цинка и электролитах. Однако традиционные цинковые покрытия, полученные данными способами в ряде случаев не обеспечивают требуемые эксплуатационные показатели.

Анализ свойств цинковых покрытий и условий применения различных конструкций показывает, что покрытие для использования в этих условиях должно обладать не только повышенной коррозионной стойкостью, но быть также устойчивым к абразивному изнашиванию и иметь высокую степень сцепления с поверхностью защищаемого изделия. По технологической гибкости процесса (например, возможность исключения некоторых стадий технологического процесса без ухудшения характеристик коррозионной стойкости обработанного изделия), а также с точки зрения наибольшей экологической безопасности, интерес представляет процесс термодиффузионного цинкования (ТДЦ) в порошковых средах. Данный способ позволяет получать коррозионностойкие диффузионные слои на изделиях практически любой конфигурации и размера. Характерной особенностью диффузионных слоев на основе цинка являются высокие показатели микротвердости (порядка 3360-5250 МПа), а так же повышенная прочность сцепления с основой за счет реализации диффузионного взаимодействия между насыщающим элементом (цинком) и металлической поверхностью обрабатываемого изделия [1]. Формирование диффузионного слоя так же повышает стойкость к коррозионному разрушению за счет формирования на поверхности изделия плотных защитных пленок, предотвращающих подвод кислорода вглубь диффузионного слоя [2, 3]. В то время как аналогичные показатели свойств для гальванических и горячецинковых покрытий значительно уступают диффузионным (Таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение свойств цинковых покрытий и диффузионных слоев

Тип покрытия	Микротвердость (МПа)	Толщина слоя (мкм)	Температура формирования (°С)
Гальваника	300-380	3-30	15-25
Цинкование в расплавах	3360- 300	20-120	450-490
ТДЦ	3360-5250	20-80	350-600

Обусловлено это особенностями структуры термодиффузионных цинковых покрытий. В данном случае, микроструктура цинкового диффузионного слоя представлена последовательно расположенными α , Γ , δ – фазами (рисунок 1) с различным соотношением концентраций железа и цинка, в то время как микроструктура гальванического цинкового представляет собой слой чистого цинка на поверхности детали без диффузионного взаимодействия между атомами цинка и железа. Для диффузионных слоев, полученных способом (ТДЦ) так же характерна более высокая прочность сцепления с основой за счет реализации диффузионного взаимодействия металлической основы и насыщающего элемента.

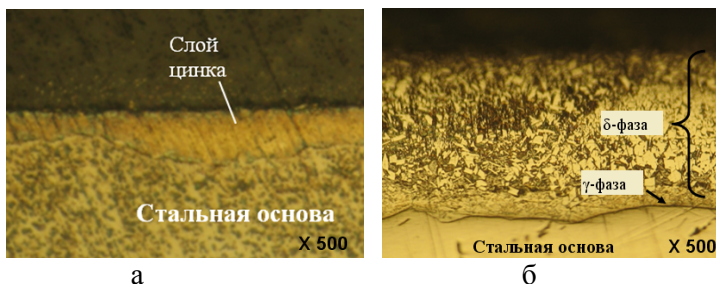


Рисунок 1 – Сравнение микроструктур цинкового электролитического покрытия (а) и интерметаллидного диффузионного слоя на основе цинка (б)

Анализ свойств диффузионных цинковых покрытий и условий их применения в различных областях показывает, что покрытия должны обладать не только повышенной коррозионной стойкостью, но и высокой адгезией, что позволит им быть устойчивыми к абразивному износу. Важным фактором является товарный вид готового изделия. Проводятся активные исследования [2, 3] по многокомпонентному цинкованию. Присутствие Al, Cu, Ti, Mg и других элементов оказывает

положительное влияние на механические характеристики диффузионных слоев и, что наиболее важно, на коррозионную стойкость слоя в целом. Такие слои обладают в 2 – 2,3 раза более высокой коррозионной стойкостью по сравнению с однокомпонентными цинковыми слоями. При легировании цинковых слоев алюминием, медью и титаном наблюдалось уменьшение хрупкости цинковых слоев в 1,1 – 1,3 раза, а так же повышение их износостойкости в 1,2 – 1,3 раза [4].

Технологической особенностью процессов ТДЦ является возможность их интеграции в общий цикл термической обработки ряда элементов металлоконструкций.

Разработанная на кафедре «Материаловедение в машиностроении» БНТУ технология совместной термической и антикоррозионной обработки крепежных элементов позволяет получать диффузионный слой цинка в поверхностной зоне крепежного элемента и снятие закалочных напряжений в одну технологическую операцию (рисунок 2). Реализация данных процессов осуществима при использовании стандартных режимов диффузионного цинкования в порошковых насыщающих смесях (380-450 °С) и не требует сложных систем контроля атмосферы и подготовки насыщающей смеси [5].



Рисунок 2 – Крепежные элементы, обработанные по технологии совместной термической и антикоррозионной обработки

Список использованной литературы

- 1 Е.В. Проскуркин, Защитные цинковые покрытия: сопоставительный анализ свойств, рациональные области применения // Оборудование, 2005, С. 66-71.
- 2 В.М. Константинов, И.А. Булойчик; Д.В. Гегеня. Исследование влияния чистоты насыщаемой поверхности на коррозионную стойкость диффузионно оцинкованных изделий. // Материалы Республиканского научно-технического семинара “Создание новых и совершенствование действующих технологий и оборудования нанесения гальванических и их замещающих покрытий” БГТУ Минск, 6-7 декабря 2011 г.
- 3 Астрейко Л.А., Олешкевич Д.А., Гегеня Д.В., Булойчик И.А. Повышение эффективности термодиффузионных цинковых покрытий на стальных деталях Белорусский промышленный форум 15-18.05.2012., 15-й международный симпозиум “Технологии. Оборудование. Качество”
- 4 Ю.А. Баландин, А.С. Колпаков, Е.В. Колпаков, Диффузионное многокомпонентное цинкование стали 40Х в виброкипящем слое // Металловедение и термическая обработка металлов, 2009, №1 С. 46-49.
Константинов В.М., Гурченко П.С., Булойчик И.А. Применение процессов диффузионного цинкования для термически упрочненных изделий из металла. Литейные процессы, №13, 2014 г. С. 136-145.

Сай А.С., кандидат технических наук, доцент;
Тарасенко В.Е., кандидат технических наук, доцент
*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

РЕГУЛИРОВАНИЕ ФАЗ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Аннотация. В статье представлены сведения о механизмах управления фазами газораспределения современных двигателей внутреннего сгорания. Предложено конструктивное решение, позволяющее осуществлять регулирование фаз газораспределения, подъема клапана и отключение привода клапанов.

Ключевые слова: механизм газораспределения, двигатель внутреннего сгорания, распределительный вал, фазы газораспределения, клапан, кулачок, система управления клапанами.

Annotation. This article provides information about the phases of the timing control mechanisms of modern internal combustion engines. It proposed a constructive solution to regulate valve timing, valve lift and valve train trip.

Keywords: valve gear, internal combustion engine, camshaft, timing, valve, cam, valve control system.

Введение. Механизм газораспределения (ГРМ) современного автотракторного двигателя внутреннего сгорания (ДВС) является одним из основных устройств, функциональное назначение и конструкция которого во многом предопределяют технический уровень и потребительские свойства как самого двигателя, так и всего транспортного состава в целом. Для надежной работы ДВС, использования их максимальной мощности, повышения топливной экономичности и снижения токсичности отработавших газов необходимо иметь возможность регулирования фаз газораспределения.

Основная часть. Если ранее требования к функциональным качествам ГРМ в основном сводились к обеспечению подачи

максимальной массы топливоздушная смеси в цилиндры ДВС на определенных режимах его работы, то у современных двигателей механизмы управления процессами газообмена участвуют в оптимизации газообмена во всем диапазоне частот вращения коленчатого вала, а это в свою очередь является управлением нагрузочными режимами и регулированием мощности ДВС. Все большее распространение в конструкции механизмов управления фазами газораспределения получают устройства, обеспечивающие изменение первоначального положения распределительного вала, изменение профиля кулачков, изменения хода клапана и др. [1].

Принципиально такие конструктивные системы могут быть использованы в следующих функциональных вариантах: для регулирования только фаз газораспределения; для управления исключительно высотой подъема клапанов; для одновременного регулирования и фаз газораспределения и величины подъема клапанов; отключения привода клапанов.

Наибольшее распространение (внедрение в производство) получила первая система регулирования только фаз распределения. Так, например, фирма VW на многих моделях своих двигателей использует следующую конструктивную схему (рисунок 1).

Управление системой изменения фаз газораспределения осуществляется электронной системой управления двигателем (ЭСУД). Для этого блок управления получает информацию о частоте вращения вала двигателя, его нагрузке и температуре, а также о мгновенном положении коленчатого и распределительных валов. Управление положением распределительных валов производится блоком управления посредством электрогидравлических распределителей 4. Эти распределители открывают каналы подвода масла, расположенные в корпусе механизма газораспределения. Масло из системы смазки двигателя поступает через каналы в корпусе механизма газораспределения и в распределительных валах в гидромуфты (рисунок 1). Муфты 1, 3 поворачивают распределительные валы в соответствии с командами ЭСУД. Наружная полумуфты является ведущей и приводится цепной передачей от коленчатого вала, а внутренняя соединена непосредственно с распределительным валом. Как видно, жесткой связи между полумуфтами нет и они могут поворачиваться относительно друг друга. Диапазон поворота впускного вала

составляет 52° по коленчатому валу двигателя. Если требуется поворот распределительного вала в сторону более позднего открытия клапанов, процесс регулирования производится с подачей масла в обратном направлении.

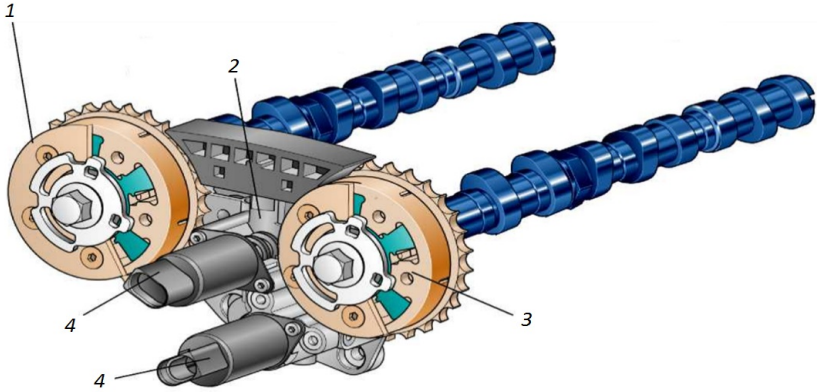
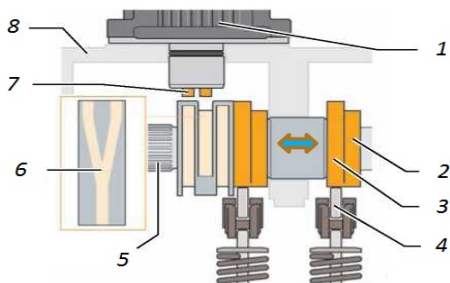


Рисунок 1 – Система изменения фаз газораспределения двигателя:
1 – гидроуправляемая муфта поворота впускного вала; 2 – корпус механизма газораспределения; 3 – гидроуправляемая муфта поворота выпускного вала;
4 – электрогидравлические распределители управления гидромуфтами.

Приведенная система изменения фаз газораспределения двигателя решает только одну задачу она не может ни изменить высоту подъема клапана, ни отключить привод клапана.

Повышенные требования по топливной экономичности и снижения токсичности отработавших газов двигателя привели к созданию систем отключения привода клапанов. При этом выключаются из работы цилиндры 2 и 3. Это означает, что впускные и выпускные клапаны обоих цилиндров остаются закрытыми, впрыск топлива и зажигание также прекращаются. Двигатель работает только на 2 цилиндрах. Отключение цилиндров уменьшает расход топлива двигателя 1,4 л TSI на 0,4 литра на 100 километров [2]. Это соответствует уменьшению выбросов CO_2 на десять граммов на километр. Пример такой системы приведен на рисунке 2.



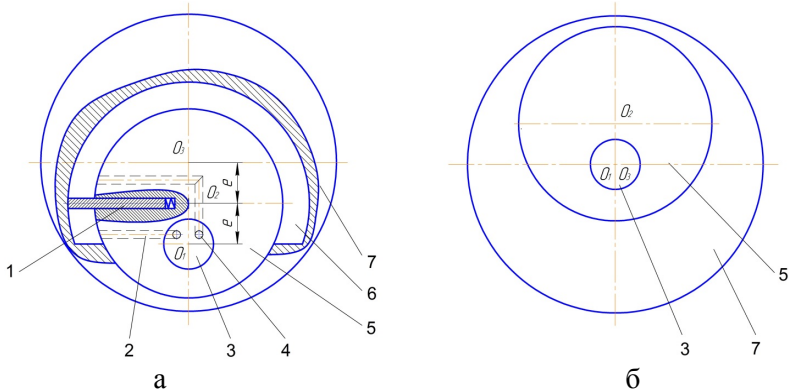
1 – исполнительный механизм блока кулачков; 2 – нулевой кулачок;
 3 – рабочий кулачок; 4 – роликовый рычаг клапана (рокер); 5 – шлицы
 распревала; 6 – Y-образная направляющая канавка; 7 – металлический стержень
 (не задействован, т.е. не выдвинут); 8 – корпус распревалов
 Рисунок 2 – Система отключения цилиндров двигателя путем изменения профиля
 кулачков ГРМ;

Смещение блоков кулачков (рабочий или нулевой) осуществляется металлическими стержнями в исполнительных механизмах, управляемых ЭСУД. Один из двух стержней, в зависимости от того, в каком направлении выполняется смещение блока кулачков, выдвигается и входит в соответствующую направляющую канавку. Направляющая канавка имеет спиралеобразную форму, благодаря чему при выдвинутом металлическом стержне поворачивающийся вместе с распределительным валом блок кулачков сдвигается в продольном направлении по шлицам распределительного вала. Форма двух направляющих канавок одного блока кулачков напоминает букву Y [3]. Для точного позиционирования сдвижного блока кулачков его ход в продольном направлении ограничен упором, а шариковый фиксатор фиксирует блок кулачков, не допуская его самопроизвольного выхода из текущего положения.

Система решает только одну задачу, отключает привод клапанов, перемещая блок кулачков на нулевой профиль. Хотя с соответствующей доработкой, оснащение ее несколькими промежуточными профилями кулачков, можно было бы регулировать высоту подъема клапана.

Авторами предлагается система управления клапанами ГРМ (рисунок 3), позволяющая решать все три задачи одновременно (регулирование фаз газораспределения, подъема клапана и

отключение привода клапанов). В этом случае профиль кулачка формируется в виде двух эксцентриков с одинаковым эксцентриситетом (e).



а) рабочий профиль, б) нулевой профиль, 1 – пластина, 2 – канал подвода масла, 3 – вал, 4 – канал отвода масла, 5 – внутренний эксцентрик, 6 – рабочая полость, 7 – внешний эксцентрик.

Рисунок 3 – Система управления клапанами ГРМ двигателя путем изменения профиля кулачков ГРМ:

Исполнительный механизм состоит из вала 3, который приводится от коленчатого вала ДВС, внутреннего эксцентрика 5 с пазом, в который вставлена подпружиненная пластина 1. Пластина разделяет полость 6 на две части: нагнетательную и сливную, которые могут меняться местами в зависимости от направления взаимного вращения эксцентриков 5, 7. К полостям подведены каналы 2, 4, через которые подводится масло от системы смазки ДВС. Управление подачей масла осуществляется ЭСУД в зависимости от частоты вращения вала двигателя, его нагрузки и температуры, а также информации о мгновенном положении коленчатого и распределительных валов.

В рабочем положении а) эксцентрики 5, 7 занимают положение, соответствующее максимальному эксцентриситету ($2e$), ход клапана максимальный. При необходимости, изменения хода клапана и регулирования фаз газораспределения, через канал 2 в полость подается под давлением масло, наружный эксцентрик поворачивается

против часовой стрелки, при этом вторая полость с помощью канала 4 соединяется со сливом. Движение внешнего эксцентрика может продолжаться до нулевого положения б), при котором геометрические центры O_2 и O_1 совместятся и $e = 0$. В этом положении кулачек распределительного вала не будет воздействовать на клапан и он останется в закрытом положении.

Заключение. Разработана новая оригинальная конструкция механизма управления клапанами ГРМ. Предложенный механизм управления клапанами ГРМ двигателя позволяет плавно изменять профиль кулачка распределительного вала и тем самым управлять фазами газораспределения, высотой подъема каждого клапана, отключением цилиндров двигателя на различных режимах.

Список использованной литературы

1. Двигатели внутреннего сгорания: Динамика и конструирование: учеб. для вузов: в 3 кн. / В.Н. Луканин [и др.]; под ред. В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова. – 3-е изд., перераб. и испр. – М.: Высшая школа, 2007. – Кн. 2. – 400 с.
2. Система отключения цилиндров (АСТ) на двигателе 1,4 л 103 кВт TSI. Устройство и принцип действия. – М. : ООО «Фольксваген Груп Рус», 2014. – 35 с.
3. Система автоматического изменения фаз газораспределения с гидроуправляемыми муфтами. – М. : ООО «Фольксваген Груп Рус», 2005. – 30 с.

Бодиловский А.В., кандидат технических наук, доцент;

Анискович Г.И., кандидат технических наук, доцент

Василевский П.Н.

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Аннотация. В статье приводятся сведения о возможностях и задачах по исследованию технологии электроискрового упрочнения применительно к деталям рабочих органов сельскохозяйственных машин.

Ключевые слова: электроискровое упрочнение, электродный материал, электрические параметры, детали сельскохозяйственных машин, режимы, толщина покрытий.

Annotation. The article gives information about opportunities and tasks in the study of electrospark hardening technology as applied to the details of working organs of agricultural machines.

Keywords: hardening electrospark, the electrode material, the electrical parameters, the details of agricultural machinery, modes, coatings thickness.

Введение. Одним из наиболее перспективных направлений повышения надежности и долговечности изнашивающихся деталей машин является упрочнение или модифицирование рабочих поверхностей, обеспечивающих создание поверхностных слоев с более высокими механическими и триботехническими показателями.

В процессе работы поверхностный слой воспринимает нагрузки и осуществляет контакт с внешней средой и поэтому должен успешно сопротивляться пластическим деформациям, срезу – сколу микрообъемов материала, внедрению твердых частиц, а также воздействию агрессивных сред и температур.

Для создания поверхностных слоёв с требуемыми характеристиками (состав, структура, толщина и др.) применяют

различные методы обработки – механические, термические, электрофизические, электрохимические и их сочетание. В результате формируются поверхностные слои с улучшенными характеристиками и противостоящие истиранию, повышенной температуре, коррозии, эрозии и другим факторам, инициирующим изнашивание рабочих поверхностей деталей.

Анализ научных источников [1, 2, 3] показал, что одним из перспективных способов упрочнения поверхности может осуществляться с помощью электроискровой обработки. В результате обработки на поверхности детали образуется новый слой, которому в зависимости от параметров искрового разряда, состава электродного материала, материала обрабатываемой детали и других факторов придаются отличные от исходного состояния свойства, управляемые в широких пределах и обеспечивающие требуемые качества: повышенные микротвердость, износостойкость и другие.

Основная часть. Упрочняющая электроискровая обработка (ЭИО) основана на протекании импульсного разряда между электродом (анодом) и деталью (катодом). Сущность электроискровой обработки заключается в полярном переносе материала электрода на деталь (наращивание) при одновременном термическом воздействии тока и легировании поверхности детали элементами упрочняющего электрода и азота воздуха.

Электроискровое упрочнение и нанесение металла происходит в воздушной или газовой среде при тепловом и химическом действии электрического разряда между поверхностью изделия и упрочняющим электродом, которому сообщается колебательное движение от вибратора. За очень короткое время электроискрового разряда ($10^{-5} - 10^{-8}$ с) через электроды проходит мощный (до 10^6 А/мм²) импульс тока, накопленного в конденсаторах. Температура в межэлектродном зазоре повышается до 11000° С. При такой температуре азот и легирующие элементы, содержащиеся в электроде, легируют поверхность детали, повышая ее физико-механические свойства.

В результате происходит сложный электрофизический процесс, характеризующийся одновременным протеканием следующих явлений:

- идут процессы преимущественного разрушения материала электрода (анода) и образования вторичных структур в рабочей его части;

- осуществляется перенос продуктов эрозии электрода на деталь (катод);

- на поверхности обрабатываемого изделия протекают микрометаллургические процессы;

- элементы материала электрода диффундируют в поверхностный слой изделия; поверхность изделия приобретает новый специфичный рельеф;

- образуется на поверхности изделия измененный слой, включающий белый слой, диффузионную зону и зону термического влияния, при этом изменяются свойства поверхностного слоя;

- формируется поверхностный слой мелкодисперсного состава, вплоть до наноровня;

- происходит изменение размера изделия.

При перемещении анода вдоль обрабатываемой поверхности в газовой атмосфере при многократном действии импульсов электрического разряда будет формироваться покрытие.

Упрочненный слой отличается высокой твердостью, износостойкостью, которые обуславливаются образованием карбидов, нитридов, карбонитридов и закалочных структур [4]. Качество упрочненной поверхности определяется материалом обрабатываемой детали, составом электродного материала, параметрами искрового разряда.

Упрочнение производится электродами из твердых сплавов Т15К6, Т30К4, Т60К6, ВК-3М, ВК-8, феррохрома, ферромарганца, электродами, выплаиваемыми из порошковых самофлюсующихся сплавов типа ПГ-СР4, а также графита ЭГ2 и ЭГ4. Лучшими материалами для упрочнения деталей, работающих при трении скольжения, считаются ферромарганец и твердый сплав Т15К6, а деталей, работающих при трении качения, — феррохром и графит ЭГ2.

В зависимости от величины электрических параметров операции могут выполняться на мягких, средних и жестких режимах [3].

При жестких режимах ($V = 120\text{--}200$ В; $I = 2,5\text{--}4,0$ А; $C = 100\text{--}300$ мкФ) можно наносить слой твердого сплава толщиной

до 0,5 мм, при мягких режимах ($V = 25-50$ В; $I = 0,25-0,5$ А; $C = 10-20$ мкФ) – слой толщиной до 0,2 мм. Для повышения чистоты поверхности рекомендуется вести упрочнение на мягких режимах с последующей обработкой электрографитовым электродом.

К основным специфическим особенностям электроискровой обработки можно отнести:

- высокую прочность сцепления нанесенного материала с основой;

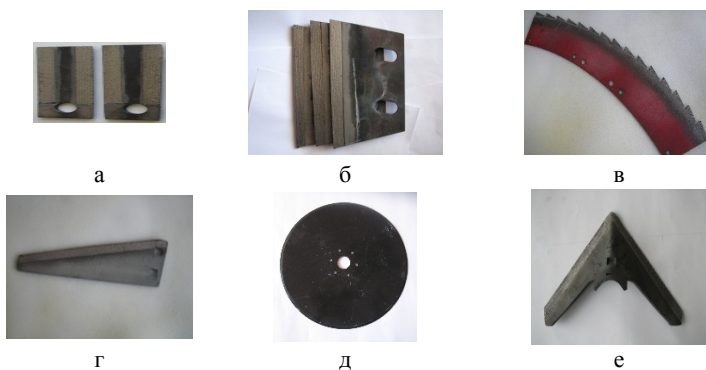
- возможность использования в качестве легирующих материалов как чистых металлов, так и многих сплавов, металлокерамических композиций, тугоплавких соединений и т.п.;

- простоту технологического процесса, малогабаритность транспортабельность оборудования;

- отсутствие нагрева или незначительный объемный нагрев детали в процессе легирования, который мог бы изменить ее физико-механические свойства и геометрию.

Электроискровое легирование можно назвать технологией двойного назначения, поскольку эту технологию можно эффективно использовать как для упрочнения новых, только что изготовленных деталей машин и инструментов, так и для восстановления размеров изношенных деталей с одновременным их упрочнением.

Широкие технологические возможности и достоинства электроискровой обработки являются предпосылками его эффективного, успешного использования на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения и ремонтно-обслуживающего производства. Здесь электроискровые технологии могут применяться для упрочнения и восстановления деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин, к которым предъявляются требования высокой твердости и износостойкости рабочей поверхности, повышенных значений ударной вязкости. К таким деталям относятся (рисунок 1) ножи роторных косилок, ножи измельчающего аппарата и жаток кормоуборочных комбайнов, ножи свеклоуборочных комбайнов, диски сеялок, лапы культиваторов и др.



а - ножи роторной косилки; б - ножи измельчающего аппарата кормоуборочного комбайна КВК-800; в - нож жатки кормоуборочного комбайна; г- нож свеклоуборочного комбайна КСН-6; д - диск сеялки; е - стрельчатая лапа культиватора.

Рисунок 1 – Детали рабочих органов сельскохозяйственных машин, рекомендуемые к упрочнению электроискровой обработкой

Наряду с возможностью формирования покрытий с характеристиками широкого диапазона значений, метод ЭИО обладает рядом достоинств, определяющих возможность и целесообразность его использования для решения вопросов упрочнения рабочих органов машин для сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности:

- возможность локального формирования покрытий в строго указанных местах, не защищая при этом остальную поверхность;
- высокая адгезия электроискрового покрытия с основным материалом;
- отсутствие нагрева и деформаций изделия в процессе обработки;
- возможность использования в качестве электродов большинства токопроводящих материалов, как из чистых металлов, так и их сплавов, композиций;
- сравнительная простота технологии, не требуется специальной предварительной обработки поверхности;
- высокая надежность оборудования и простота его обслуживания, оно малогабаритное и ремонтпригодное;
- низкая энергоёмкость ручных и механизированных процессов ЭИО (0,3 – 2,0 кВт);
- высокий коэффициент переноса электродного материала (60-80%).

Нанесение электроискровых покрытий осуществляется как в ручном или механизированном режимах, так и в автоматическом с использованием программно-аппаратного комплекса, что предопределяет широкую возможность дифференциации его использования, на производстве при решении широкого круга задач, в т.ч. на ремонтных предприятиях.

Установка ЭИО производства ГОСНИТИ (рисунок 2), имеется на кафедре технологий и организации технического сервиса БГАТУ. В настоящее время на установке проводятся исследования по упрочнению сменных быстроизнашивающихся деталей кормоуборочной техники: ножей комбайнов и косилок.



Рисунок 2 – Внешний вид установки ЭИО производства ГОСНИТИ

Установка обеспечивает нанесение металлических покрытий с параметрами представленными в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика электроискровых покрытий

Режим	Толщина покрытия, мм	Шероховатость, мкм	Производительность, см ² /мин
1	0,01	3	6
2	0,03	10	6
3	0,1	20	6
4	0,15	30	6
5	0,2	50	6
6	0,3	100	6
7	0,5	300	6

В процессе исследований, выполняемых специалистами кафедры, решаются следующие задачи:

- обосновываются материалы для нанесения упрочняющих электроискровых покрытий на детали рабочих органов машин с учетом условий работы объектов упрочнения, и величины износа их рабочих поверхностей;

- изучаются закономерности образования покрытия и изменения его свойств по толщине, включая основу упрочняемой детали в зависимости от режимов нанесения покрытий;

- проводятся лабораторные (экспериментальных образцов) и эксплуатационные (опытных образцов) упрочненных деталей на износостойкость.

По результатам исследований будут разработаны и переданы для использования заинтересованным предприятиям технологические рекомендации по упрочнению целого ряда сменных деталей кормоуборочной техники.

Заключение. 1. Электроискровые технологии могут применяться для упрочнения и восстановления деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин, к которым предъявляются требования высокой твердости и износостойкости рабочей поверхности, повышенных значений ударной вязкости.

2. В целях изучения закономерностей образования покрытия и изменения его свойств по толщине, включая основу, целесообразно проведение глубоких исследований процесса электроискрового упрочнения ножей кормоуборочной техники и др. деталей, что позволит моделировать этот процесс и получать покрытие с заранее заданными свойствами.

Список использованной литературы

1. Иванов В.И., Бурумкулов Ф.Х. Состояние и развитие электроискровых технологий и оборудования в России и за рубежом // Труды ГОСНИТИ. 2012.– Т.109, ч. 2. – С. 127–139

2. Бурумкулов Ф.Х., Сенин П.В., Лезин П.П., Иванов В.И., Величко С.А., Ионов П.А. Электроискровое легирование металлических поверхностей– Саранск, ИМЭ МГУ, 2004.

3. Электроискровые технологии восстановления и упрочнения деталей машин и инструментов (теория и практика) / МГУ им. Н.П. Огарева и др.; Ф.Х. Бурумкулов, П.П. Лезин, П.В. Сенин, В.И. Иванов, С.А. Величко, П.А. Ионов. – Саранск: тип. «Красный Октябрь», 2003.

4. Верхотуров А.Д., Подчерняева И.А. Прядко Л.Ф., Егоров Ф.Ф. Электродные материалы для электроискрового легирования. – М.: Наука, 1988.

Андрушевич А.А.¹, кандидат технических наук, доцент;

Кусин Р.А.¹, кандидат технических наук, доцент;

Черняк И.Н.², зав. лабораторией;

Кусин А.Р.², научный сотрудник

¹⁾ Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

²⁾ ГНУ «Институт порошковой металлургии», г. Минск, Республика Беларусь

УСТАНОВКА НАПОРНОГО ТИПА ДЛЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Аннотация. В статье представлены сведения о перспективном методе обезжелезивания питьевой воды для объектов агропромышленного комплекса. Приведена схема установки для обезжелезивания воды. Описаны отличительные приоритетные особенности исполнения установки.

Ключевые слова: питьевая вода, обезжелезивание, аэрация, каталитическое окисление, установка обезжелезивания

Annotation. This article contains information about the prospective method of drinking water deironing for agroindustrial complex. See installation diagram for water deironing. Describe the distinctive priority design characteristics of the installation.

Key words: drinking water, iron removal, aeration, catalytic oxidation, installation of the deironing.

Введение. Подземные воды Беларуси, являющиеся основным источником питьевой и технологической воды для большинства регионов республики, характеризуются содержанием железа, превышающим действующие нормативы (0,3 мг/л) [1]. Удаление из воды железа – одна из самых необходимых задач в водоочистке. Обеспечение населения качественной питьевой водой является приоритетной социальной и экологической проблемой Беларуси, решение которой направлено на достижение главной цели – улучшение и сохранение здоровья населения [2]. Остро стоит проблема обезжелезивания питьевой воды и на предприятиях агропромышленного комплекса Республики Беларусь, например в ОАО «Клецкий комбикормовый завод», на Любанском филиале

ОАО «Слущкий сыродельный комбинат», ОАО «Октябрьский завод сухого обезжиренного молока» и др. Предлагаемые зарубежными изготовителями установки дорогостоящи, на их приобретение и обслуживание затрачиваются значительные валютные средства республики. Настоящая работа посвящена разработке установки для обезжелезивания питьевой воды.

Основная часть. Методы обезжелезивания воды можно условно подразделить на 3 основные группы: безреагентные, реагентные и биологические методы удаления железа. К реагентным методам относятся озонирование, хлорирование, обработка гипохлоритом, перманганатом калия, катионирование, коагуляция [3, 7-9]. Однако, все перечисленные методы имеют существенные недостатки, связанные или с проблемами безопасности при транспортировании и хранении реагентов, или с трудностями извлечения продуктов реакций и самих реагентов после обезжелезивания, или с невысокой производительностью. Последний недостаток препятствует широкому внедрению биологического метода удаления растворенного железа с помощью железобактерий. Из вышеперечисленных методов как перспективный следует выделить озонирование. Обезжелезивание воды озоном осуществляется по следующему принципу: генератор озона в необходимых количествах производит озон из окружающего воздуха, который подается в емкость с загрязненной водой безнапорным методом. Озон окисляет железо, растворенное в воде, и переводит его в нерастворимую форму, затем осадок удаляется с фильтра при обратной промывке. Избыток озона попадает в фильтр-деструктор и разлагается до кислорода [4, 5]. При этом одновременно с обезжелезиванием осуществляется процесс обеззараживания воды.

К безреагентным методам удаления растворенного в воде железа относятся аэрация, каталитическое окисление, гидротермодинамическая кавитация, мембранные методы [6]. К недостаткам методов следует отнести недостаточную эффективность или производительность, которые, однако, можно преодолеть, используя комплексный подход к решению проблемы. При этом наиболее привлекательным является применение метода каталитического окисления, основанного на использовании каталитических загрузок, которые позволяют интенсифицировать процесс обезжелезивания, что во многом увеличивает технологичность процесса. Очевидно, что, сочетая два метода обезжелезивания – аэрацию и каталитическое осаждение,

можно существенно повысить эффективность процесса; при этом замена воздуха на озоносодержащую воздушную смесь, являющуюся более сильным окислителем, еще более позволит увеличить производительность процесса.

На основании анализа известных методов обезжелезивания была разработана принципиальная схема установки напорного типа для каталитического обезжелезивания питьевой воды, приведенная на рисунке 1.

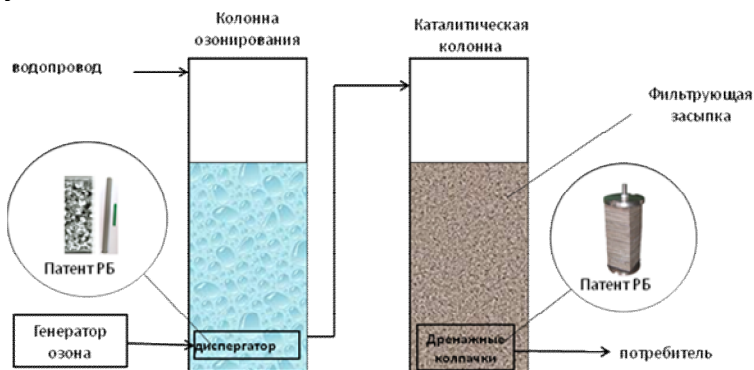


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки напорного типа для каталитического обезжелезивания питьевой воды.

Достоинствами разрабатываемой установки являются:

- сопутствующее обеззараживание питьевой воды;
- возможность использования различных, в том числе комбинированных, фильтрующих засыпок;
- возможность безреагентного удаления растворенного железа;
- возможность автоматизации;
- более низкая стоимость установки по сравнению с зарубежными аналогами (в 2–3 раза).

Приоритетными особенностями установки является использование диспергаторов озоносодержащей воздушной смеси, технология изготовления которых защищена патентом Республики Беларусь [10] и которые успешно опробованы в установках замкнутого водоснабжения при выращивании ценных пород рыб на ООО «Ремона» (г. Могилев) [11] и дренажных элементов, конструкция которых защищена патентом Республики Беларусь [12] и которые хорошо зарекомендовали себя в качестве фильтров при фильтрации растворов гербицидов для защиты растений на ОАО «Гроднорайагросервис».

Заключение. Разработана принципиальная схема установки напорного типа для каталитического обезжелезивания питьевой воды модульного типа, включающая в себя блок насыщения воды кислородом из озоносодержащей воздушной смеси и блок каталитического окисления растворенного железа. Предлагаемая установка обеспечивает сопутствующее обеззараживание питьевой воды, возможность использования различных, в том числе комбинированных, фильтрующих засыпок, возможность безреагентного удаления растворенного железа, возможность автоматизации, а также более низкую стоимость установки по сравнению с зарубежными аналогами (в 2–3 раза).

Список использованной литературы

1. Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень, 2009 / под общ. ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Минприроды, 2010. – 394 с.
2. Климков В.Т., Митрохович А.И., Майорчик А.П., Немиро В.А. Качественную воду – сельскому населению // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. № 5 (73). – С. 104–106.
3. Николадзе Г.И. Улучшение качества подземных вод. – М.: Стройиздат, 1987. – 239 с.
4. Применение озона для очистки воды различных водосточников России / Алексеева Л.П., Драгинский В.Л. // Химия в интересах устойчивого развития / 1997. – Т.5, № 4. – С. 365–374.
5. Аэрация и озонирование в процессах очистки воды / А.К. Жерноклев, Л.П. Пилинович, В.В. Савич. Под ред Н.В. Холодинской. – Мн.: Тонпик – 2002. – 128 с.
6. Ничипор В.В. Рациональные методы и режимы обезжелезивания подземных вод – Мн.: БелНИИНТИ, 1991 – 20 с.
7. Николадзе Г.И. Обработка подземных вод для хозяйственно-питьевых нужд // Водоснабжение и санитарная техника. – 1998. – № 6. – С. 4–9.
8. Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды: Процессы и аппараты. – Киев: Наукова думка, 1983. – 527 с.
9. Животнев В.С. Обезжелезивание подземных вод: Аналит. обзор / АН СССР/ В.С. Животнев, Б.Д. Сукасян. – М., 1975. – 67 с.
10. Патент №9898 Республика Беларусь, МПК В 22F 3/11, В 22F 7/02, С1. Способ получения двухслойных пористых порошковых фильтров / Ильющенко А.Ф., Капцевич В.М., Кусин Р.А., Черняк И.Н., Жегздринь Д.И. Заявка а 20041036. Подана 15.11.2004. Оpubл. 30.10.2007.
11. Использование порошковых фильтрующих элементов для обеззараживания среды обитания рыб в установках замкнутого водоснабжения. А.Ф. Ильющенко, В.В. Тимошин, В.М. Капцевич, Р.А. Кусин, И.Н. Черняк, Д.И. Жегздринь. Материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК», посвященной 60–летию создания БГАТУ и памяти В.П. Сулова (Минск, 4-6 июня 2014 г.). В 2 ч. /под общ. ред. И.Н. Шилов, Н.А. Лабушева. – Минск, БГАТУ, 2014. – Ч.2. – С.204–210.
12. Патент № 4811 Республика Беларусь. В 01D 29/44. С1. Щелевой фильтр. Витязь П.А., Кусин Р.А., Валькович И.В., Капцевич В.М., Круглей В.П. Заявка № а 19980607. Дата подачи 29.06.1998. Оpubл. 22.07.2002.

Мисун Л.В., доктор технических наук, профессор;
Мисун А.Л.; Круглый П.Е., кандидат технических наук, доцент
*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет» г. Минск Республика Беларусь*

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Аннотация. В статье представлены сведения о результатах исследований эксплуатационной безопасности кормоуборочных комбайнов, включая и оценку их эксплуатационной надежности.

Ключевые слова: кормоуборочный комбайн, эксплуатационная безопасность, эксплуатационная надежность, производственный травматизм, отказ детали, ремонтпригодность, работоспособность.

Annotation. The article presents information on the results of operational research -term security of forage harvesters , including an assessment of their operational reliability .

Keywords: forage harvester , operational safety , operational safety, occupational injuries , parts failure, maintainability , operability.

Введение. Развитие жизненно важной отрасли народного хозяйства страны – животноводства – немислимо без создания прочной кормовой базы. В общем объеме заготавливаемых кормов подавляющую часть (более 60%) занимают измельченные, производство которых осуществляется кормоуборочными комбайнами (таблица 1), осуществляющими операции кошения, измельчения и погрузки измельченной массы в транспортные средства. В большинстве случаев кормоуборочный комбайн является универсальной сельскохозяйственной машиной, так как используется на заготовке силоса, сенажа, зеленой подкормки, растительного материала для последующего приготовления травяной муки, гранул, брикетов.

Основная часть. Следует однако отметить, что на долю комбайнов приходится свыше 30% случаев производственного травматизма, отмеченных при эксплуатации мобильных сельскохозяйственных машин. При этом большая часть травм происходит от вредных и опасных факторов, проявляющихся при

устранении отказов и технологических регулировок кормоуборочного комбайна.

Таблица 1 – Парк кормоуборочных комбайнов и универсальных энергетических средств с кормоуборочными адаптерами в Республике Беларусь

Марка кормоуборочного комбайна (страна – изготовитель)	Всего кормоуборочной техники в РБ	В том числе по областям					
		Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
КВК – 800 «Полесье» (РБ)	1077	189	337	236	117	165	33
К-Г-6 «Полесье» (РБ)	1237	169	187	223	152	257	249
«Джон-Дир» (всех модификаций) (Германия)	158	5	3	1	53	68	28
«Клаас Ягуар» (всех модификаций) (Германия)	506	138	44	62	129	61	72
УЭС-2-250 А с кормоуборочными адаптерами (РБ)	1425	261	146	203	164	428	223
Итого:	4457	769	719	733	626	1005	605

Большинство исследований безопасности функционирования мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ) сводится к повышению безопасности лишь конструкции и технологической надежности машины. Повышать безопасность МСХТ можно за счет улучшения конструктивных параметров самого технического средства на стадии проектирования, что позволяет снизить травматизм и заболеваемость операторов МСХТ на 30..40%. Однако это уже никак не влияет на безопасность эксплуатации уже имеющейся кормоуборочной техники в сельском хозяйстве. Повышение эксплуатационной безопасности кормоуборочных комбайнов может быть достигнуто путем повышения надежности узлов, механизмов и органов комбайна, улучшения уровня его приспособленности к управлению технологическим процессом, в том числе и при устранении эксплуатационных отказов.

Для проведения экспериментальных исследований эксплуатационной безопасности кормоуборочных комбайнов, включая

и оценку их эксплуатационной надежности, подбирались агропредприятия, которые по своим почвенно-климатическим условиям являются характерными для Республики Беларусь, имеют квалифицированные кадры и достаточную техническую оснащенность. С учетом вышеизложенных условий были выбраны следующие агропредприятия Минской области: ОАО «Гастелловское», ОАО «1-я Минская птицефабрика», ОАО «Мядельский райагросервис», РСДУП «Экспериментальная база «Зазерье» РУП НПЦ НАН Беларуси, ОАО «Агро-Оберег», ОАО «Голоцк», ОАО «Зазерка», ЧСУП «Дукора-Агро».

Для сбора статистической информации в агропредприятиях были организованы хронометражные наблюдения за работой и обслуживанием кормоуборочных комбайнов в период уборки 2014-2015 г.г. Данные хронометража заносились в сводную форму и одновременно проводилась классификация отказов по группам сложности. Отказы, которые устраняют регулировкой, заменой или ремонтом деталей, входящих в комплект запасных частей, без разборки узлов и агрегатов, инструментом прилагаемым к комбайну, относились к первой группе [1]. Ко второй группе относились отказы, устраняемые регулировкой, заменой или ремонтом деталей не входящих в комплект запасных частей с разборкой узлов и агрегатов, а также с применением передвижных ремонтных мастерских (МРП). Отказы, для устранения которых необходимо произвести демонтаж узлов и агрегатов с рамы комбайна или полностью заменить один из них, относились к третьей группе сложности.

Отказ детали, вызвавший полную или частичную потерю работоспособности других деталей, регистрировался как один, при этом группу сложности определяли по наибольшей трудоемкости восстановления одной из отказавших деталей [2].

Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась следующим образом: по опытным данным строилось эмпирическое распределение; вычислялись параметры эмпирического распределения; формировалась гипотеза о виде закона распределения исследуемой случайной величины; по принятому теоретическому закону производилось выравнивание эмпирической кривой; по критериям согласия сравнивались эмпирическое и теоретическое распределения и на основании этого выносилось решение о принятии или отвержении выдвинутой гипотезы. При большом объеме выборки – количестве зарегистрированных отказов ($W > 30$), сначала строился статистический вариационный ряд, а затем вычислялись оценки численных характеристик.

Вид потока требований на обслуживание, который поступает от парка кормоуборочных комбайнов, а также количественные его характеристики вместе с распределением времени восстановления работоспособности имеют важнейшее значение для формирования резерва составных частей кормоуборочных комбайнов. О том, что потоки отказов, поступившие от кормоуборочных комбайнов носят случайный характер говорит следующее. Например, в агропредприятиях Пуховичского района Минской области от находившихся под наблюдением в 2015 г., шести комбайнов КВК-800 «Полесье» поступало в сутки от 0 до 8 отказов всех групп сложности (таблица 2). Также случайный характер носили потоки отказов, поступившие за сутки и от других 22 наблюдаемых комбайнов.

Экспериментальный материал позволил также исследовать кормоуборочные комбайны на ремонтпригодность, т.е. выявить характер распределения времени восстановления их работоспособности (таблица 2). Среднее время восстановления работоспособности, например, кормоуборочных комбайнов КВК-800 («Полесье») составило 1,53 ч (таблица 3).

Проверка по критерию Пирсона согласованности статистического распределения с теоретическим показала, что выдвинутая гипотеза о распределении времени восстановления работоспособности кормоуборочных комбайнов по экспоненциальному закону не противоречит полученному экспериментальному материалу.

При решении задач, связанных с обеспечением эффективного и безопасного обслуживания кормоуборочных комбайнов, необходимо перейти от параметра потока, идущего от парка кормоуборочного комплекса, к параметру потока отказов одного комбайна за один час работы (λ):

$$\lambda = \frac{\Lambda}{m \cdot \Psi_{cm} \cdot K_{cm} t_{cm}}, \quad (1)$$

где Λ – параметр потока отказов (среднее число отказов поступивших за сутки):

$$\Lambda = \frac{W}{T},$$

W – общее число отказов поступивших от комбайна за T суток;
 m – общее число комбайнов; ψ – коэффициент использования времени смены (принимается $\psi = 0,7$); K_{cm} – коэффициент сменности ($K_{cm} = 1,3$); t_{cm} – продолжительность смены ($t = 7$ ч).

Таблица 2. – Поток требований на обслуживание кормоуборочных комбайнов КВК-800 «Полесье» (хозяйства Пуховичского района, 2015 г.; отказы 1-й, 2-й и 3-й групп)

Количество поступивших требований в сутки к, шт.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0,0202	1,273	0			
1	5	5	0,079	0,0789	4,971	4,971	1,244	1,547	0,248
2	7	14	0,111	0,1539	9,696	19,392	2,696	7,268	0,750
3	10	30	0,159	0,2001	12,606	37,818	2,606	6,791	0,538
4	22	88	0,349	0,1951	17,974	61,896	4,026	16,209	0,902
5	9	45	0,143	0,1522	9,589	47,945	0,589	0,347	0,036
6	7	42	0,111	0,0989	6,231	37,386	0,769	0,591	0,095
7	2	14	0,032	0,0551	3,471	24,297	1,471	2,164	0,623
8	1	8	0,016	0,0269	1,695	13,560			
9	0	0	0	0,0116	0,731	0,658			
10	0	0	0	0,0045	0,283	2,830			
11	0	0	0	0,0016	0,101	1,111	1,854	3,437	1,204
12	0	0	0	0,0005	0,031	0,372			
13	0	0	0	0,0002	0,013	0,169			
Итого:	Г=63	W=246	1,000	0,9997	68,665	252,405			4,396

$\Lambda = 3,9;$
 $P(\chi^2 \geq \chi^2_{\text{выч}}) = 0,60 > 0,05$
 Не противоречит

Характеристика потоков отказов и восстановлений отечественных марок кормоуборочных комбайнов, находившихся под наблюдением, приведены в таблице 4.

Таблица 3 – Статистические вариационные ряды времени восстановления кормоуборочных комбайнов КВК-800 «Полесье» (хозяйства Пуховичского района; 2015 г.; отказы 1, 2 и 3 групп)

№ интервала	Границы интервала	Середина интервала в долях t_{cp}	Середина интервала t_i , ч	Частота интервала W_i	Накопленная частота ΣW_i , ч	$t_i W_i$	$\bar{F}(t)$	$F(t)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0...0,5	0,168	0,25	81	81	20,25	0,329	0,155
	0,5...1,0	0,503	0,75	44	125	33,00	0,508	0,395
	1,0...1,5	0,839	1,25	26	151	32,50	0,614	0,568
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1,5...2,0	1,174	1,75	22	173	38,50	0,703	0,691
	2,0...2,5	1,510	2,25	17	190	38,25	0,772	0,779
	2,5...3,0	1,846	2,75	14	204	38,50	0,829	0,342
	3,0...3,5	2,181	3,25	12	216	39,00	0,878	0,887
	3,5...4,0	2,517	3,75	10	226	37,50	0,919	0,919
	4,0...4,5	2,852	4,25	8	234	34,00	0,951	0,942
	4,5...5,0	3,188	4,75	7	241	33,25	0,980	0,959
	5,0...6,5	3,859	5,75	3) 2) 5	244	17,25	0,992	0,979
	6,5...8,0	4,866	7,25		246	14,50	1,000	0,992
Итого:	-	-	-	W=246	-	376,50	-	-

$$t_{cp} = 1,53 \text{ ч}$$

$F_n(t)$	$F_e(t)$	Теоретическая вероятность i-го интервала P_i	Теоретическая частота i-го интервала WP_i		$ W_i - WP_i $	$(W_i - WP_i)^2$	$\frac{(W_i - WP_i)^2}{WP_i}$
10	11	12	13		14	15	16
0,143	0,166	0,284	69,864		11,136	124,010	1,775
0,371	0,421	0,203	49,938		5,938	35,260	0,706
0,538	0,598	0,145	35,670		9,670	93,509	2,621
0,660	0,721	0,104	25,584		3,584	12,845	0,502
0,751	0,806	0,074	18,204		1,204	1,450	0,0080
0,817	0,866	0,053	13,038		0,962	0,925	0,071
0,866	0,907	0,038	9,348		2,652	7,033	0,753
3,901	0,935	0,027	6,642		3,358	11,276	1,698
0,927	0,955	0,019	4,674		3,326	11,062	2,367
0,947	0,969	0,014	3,444		3,556	12,645	3672
3,971	0,985	0,021	5,166	7,134	2,134	4,554	0,638
0,989	0,995	0,008	1,968				
Итого	-	0,990	243,54		-	-	14,883

$r_1 = 1,09;$ $t_{cp}^e = 1,67ч;$ $P(\chi^2 \geq \chi^2_{выч}) = 0,15 > 0,05$
 $r_3 = 0,92;$ $t_{cp}^H = 1,41ч.$ Не противоречит

Таблица 4 – Характеристика потоков отказов восстановлений кормоуборочных комбайнов

Марка комбайна	Параметр потока отказов λ , 1/ч	Среднее время восстановления t_{cp} , ч	Приведенная плотность потока, ρ_t
КВК-800 «Полесье»	0,102	1,53	0,156
К-Г-6 «Полесье»	0,106	1,49	0,158

Заключение. Анализ полученных результатов показал, что значение параметра приведенной плотности потока отказов, характеризующего как оперативность ремонтной службы, так и вероятность травмоопасности при восстановлении работоспособности кормоуборочных комбайнов, составляет 0,156...0,158, а параметр потока отказов – 0,102...0,106.

Список использованной литературы

- ГОСТ 52778-2007. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки.
- ГОСТ 20793-2009. Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание.

Клочков А.В., доктор технических наук, профессор
Ковалевский В.Ф., магистр технических наук, аспирант
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРУЖИННО-ПАЛЬЦЕВОГО АКТИВАТОРА СОЛМОТРЯСА

Аннотация. Потери зерна при уборке должны быть сведены к минимуму. Этому способствует применение активаторов соломотряса, среди которых наиболее простыми являются устройства с упругими элементами. При работе пальцы активатора совершают колебания с протряхиванием соломы и выделением остатков зерна. Исследованы параметры колебаний пальца пружинного активатора и определены их характеристики для выбора рациональных параметров.

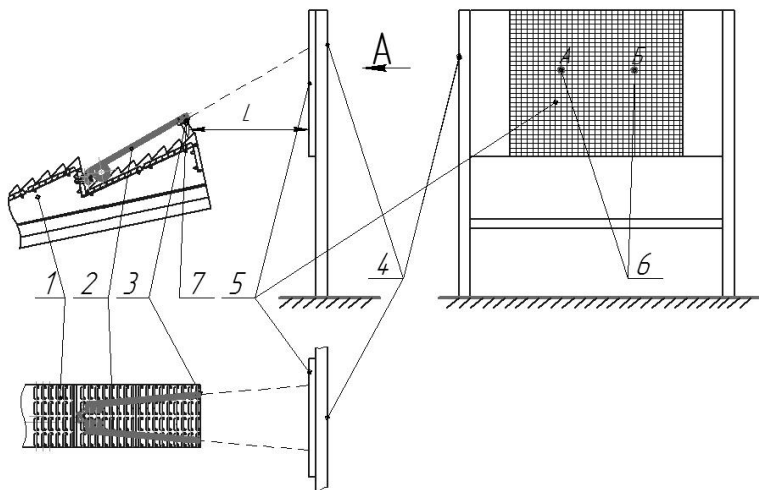
Клавишный соломотряс зерноуборочного комбайна не имеет технологических регулировок и не всегда обеспечивает требуемого качества уборки по потерям зерна. Это также является сдерживающим фактором производительности комбайнов в реальных условиях уборки.

Для исследования колебательного рабочего процесса пружинно-пальцевого активатора была разработана лабораторная установка (рис. 1).

Для активизации процесса выделения зерна из слоя соломы применяются различные устройства, среди которых перспективными являются пружинно-пальцевые. Использовались активаторы четырех различных конструкций: прямой; с одной пружиной кручения; с двумя пружинами кручения и с тремя пружинами кручения. Были разработаны две конструкции, в которых использованы различные левые и прутковые элементы. В процессе опытов устанавливали на одном пружинно-пальцевым активаторе левый палец – прямой, а правый – с одной пружиной кручения, а на втором были пальцы с двумя и тремя витками соответственно. Полученные конструкции пружинно-пальцевого активатора 2 поочередно устанавливали на клавишах 1 посредством болтового крепления. На обоих пальцевых элементах пружинно-

пальцевого активатора 2 фиксировали лазерные указки 3. На расстояние L от лазерной указки 3 располагался экран 4, на котором закрепили миллиметровую бумагу 5. После установки всех элементов для проведения опыта произвели тарировку отклонения конца пальца 2 относительно экрана 5. При длине пальца 0,500 м масштаб составил 2:1, следовательно, отклонение конца пальца на расстояние 0,01 м соответствовало отклонению на миллиметровой бумаге 0,02 м. При фиксации отклонений для пальца длиной 0,300 м масштаб составил 4,5:1, а для пальца длиной 0,200 м – 6:1.

Вид А



1 – клавиша; 2 – пружинно-пальцевый активатор; 3 – лазерная указка; 4 – экран;
5 – миллиметровая бумага; 6 – начальная точка колебаний; 7 – резинка.

Рисунок 1 – Установка для исследования колебаний пружинно-пальцевого активатора

При включении установки клавиши 1 начинали движение. Пружинно-пальцевый активатор 2 в процессе работы колебался с отклонениями в вертикальном и горизонтальном направлениях. Колебания проектировались посредством лазерных указок 3 на миллиметровую бумагу 5, которая была установлена на экране 4. Колебания левого и правого пальца фиксировались точками А и Б. Фиксация колебаний производилась посредством видеосъемки на камеру на каждом режиме.

При проведении опытов с моделированием нагрузки от предполагаемой соломы на конец пальца активатора 2 устанавливали

резинку шириной 0,0037 м. Выбор такой ширины резинки обусловлен опытами, которые были проведены ранее в полевых условиях. Исходя из полученных данных установили усилия, которые действуют на палец при взаимодействии с солоистой массой. После проведения опытов при моделировании рабочего процесса без нагрузки установили максимальные отклонения, которые применили для выбора усилия, действующего со стороны солоистой массы. Затем предварительным натяжением создавали усилие, которое установили в процессе полевых опытов и фиксировали растяжение данной резинки. В результате обработки данных, полученных путем видеофиксации с учетом масштаба, установили картину колебаний пружинно-пальцевого активаторов в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В процессе анализа полученных данных произвели разделение всей области колебаний пружинно-пальцевого активатора пятью сечениями, из которых: 0-0 – нижнее сечение; 1-1, 2-2, 3-3 – промежуточные; 4-4 – верхнее сечение. При этом границы сечений 0-0 и 4-4 обусловлены расстоянием с учетом масштаба. Исследования проводились на пружинно-пальцевом активаторе с длиной пальцев 0,200, 0,300 и 0,500 м.

Клавишный соломотряс современного зерноуборочного комбайна работает при частоте вращения вала соломотряса 180-215 об/мин. Исследовались параметры колебаний при оборотах коленчатого вала соломотряса в пределах от 150 до 215 об/мин. Представим частные случаи полученных отклонений пружинно-пальцевого активатора при частоте вращения 190 об/мин и различной длине пальцев (0,200, 0,300, 0,500 м) и изменяемой нагрузке.

Отклонения конца пальца пружинно-пальцевого активатора длиной 0,200 м без нагрузки и при среднем значении нагрузки 0,83 Н представлены на рисунке 2.

При частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин без нагрузки (рис. 2а), зафиксировали увеличение верхних и нижних отклонений. Максимальные отклонения в вертикальной плоскости для пальца с тремя витками: вверх – 0,006 м; вниз – 0,011 м. Палец с тремя витками имел и максимальные отклонения влево 0,004 м, при незначительных вправо – 0,003 м. Палец с двумя витками характеризуется следующими отклонениями: вправо – 0,002 м; влево – 0,003 м. При частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин для прямого пальца увеличиваются отклонения влево до 0,003 м и остаются неизменными вправо – 0,002 м.

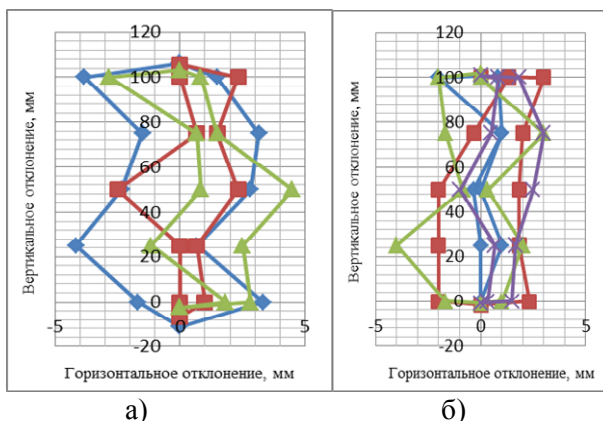


Рисунок 2 – Отклонения конца пальца пружинно-пальцевого активатора длиной 0,200 м при частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин: а) без нагрузки; б) под нагрузкой 0,83 Н

При частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин под нагрузкой 0,83 Н (рис 2б) наблюдается расширение колебательного контура относительно вертикальной оси. Для пальца с двумя витками зафиксированы нулевые отклонения вверх, при этом отклонения вниз достигают значения 0,002 м. Максимальное отклонение вверх 0,002 м характерно для пальца с одним витком, при этом данный палец имел предельное отклонение влево – 0,004 м. В горизонтальной плоскости сразу три пальца показывают максимальное отклонение вправо 0,003 м (для прямого пальца, для пальца с одним и двумя витками). При колебаниях палец с тремя витками имел максимальное отклонение влево – 0,002 м и отклонение вправо – 0,001 м.

Изменения отклонений конца пальца пружинно-пальцевого активатора длиной 0,300 м при частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин без нагрузки и под нагрузкой 1,91 Н представлены на рисунке 3.

Графическую зависимость основных отклонений без нагрузки представлена на рисунке 3а. Отличительная особенность по изменчивости колебательного контура принадлежит пальцу с тремя витками. В частности наблюдается сужение отклонений в горизонтальной плоскости, при этом отклонение вправо составляет 0,002 м и влево – 0,001 м.

Палец с тремя витка имел в процессе работы максимальные отклонения вверх и вниз, составляющие 0,011 м. Максимальные отклонения влево характерны для пальца с одним витком – 0,008 м,

этот же палец максимально отклоняется вправо на величину 0,005 м. Колебания конца прямого пальца определяются следующими данными: отклонение вправо – 0,005 м и влево – 0,004 м. Характер колебаний пальца с двумя витками симметричен относительно вертикальной оси. В результате колебаний пальца с двумя витками установлены граничные значения основных отклонений: вправо – 0,003 м и влево – 0,004 м. При частоте вращения 190 об/мин для всех пальцев наблюдается сужение колебательного контура.

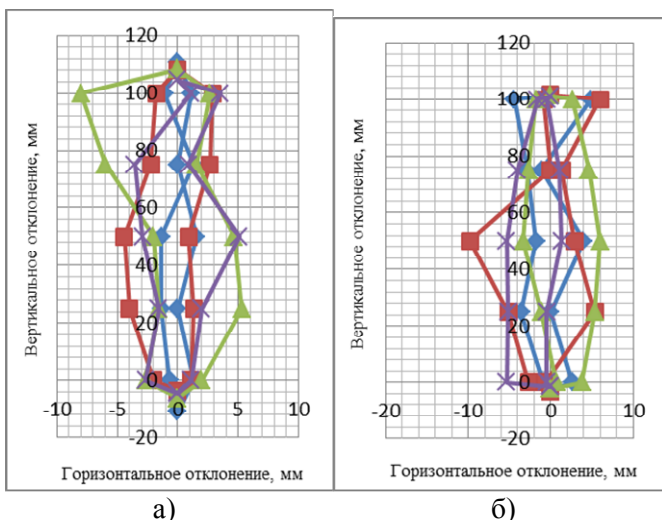


Рисунок 3 – Отклонения конца пальца пружинно-пальцевого активатора длиной 0,300 м при частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин: а) без нагрузки; б) под нагрузкой 1,91 Н

При частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин под нагрузкой 1,91 Н (рис. 3б) зафиксированы максимальные значения отклонений, как в горизонтальной, так и вертикальной плоскостях для пальца с двумя витками. Основные отклонения имеют следующие значения: вправо – 0,006 м; влево – 0,010 м; вверх – 0,002 м; вниз – 0,003 м. Для пальца с одним витком установлены максимальные отклонения вправо 0,006 м. В процессе работы прямой палец сохраняет правильную форму траектории при колебаниях, при этом установлены основные отклонения: вправо – 0,001 м и влево – 0,005 м. Палец с тремя витками колеблется относительно вертикальной оси симметрично, при этом достигнуты одинаковые отклонения вправо и влево, равные 0,004 м.

Изменение отклонений конца пальца пружинно-пальцевого активатора длиной 0,500 м при частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин без нагрузки и под нагрузкой 5,00 Н представлены на рисунке 4.

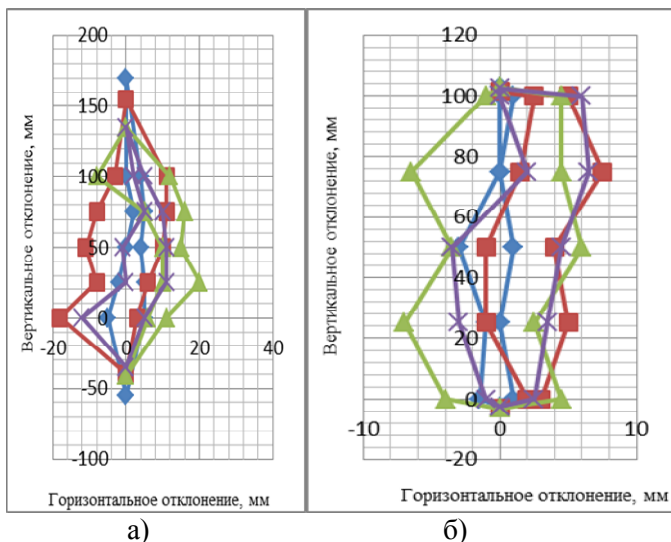


Рисунок 4 – Отклонения конца пальца пружинно-пальцевого активатора длиной 0,500 м при частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин:
 а) без нагрузки; б) под нагрузкой 5,00 Н

При колебаниях без нагрузки для пальца длиной 0,500 м (рис. 4а) наблюдаются и некоторые отличия, а именно то, что максимальные отклонения вправо значением 0,020 м имеет палец с одним витком, что отличается от ближайших вариантов прямого пальца и для пальца с двумя витками на 0,009 м. Максимальное значение отклонения влево 0,018 м обеспечивает конструкция с двумя витками. Верхнее (0,070 м) и нижнее (0,055 м) отклонения по максимальному значению имеет палец с тремя витками. Форма колебаний при этом изменяется по сравнению с предыдущей частотой 180 об/мин и смещается вправо. Большая часть фиксированных отклонений находится с правой стороны. Отклонения вниз находятся в пределах 0,035-0,055 м, отклонения вверх – 0,035-0,070 м. Характер изменения смещений влево отличается незначительно и находится в пределах 0,001-0,018 м, что же касается отклонений вправо, то они изменяются в пределах 0,003-0,020 м. При частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин наблюдается

расширение диапазона колебаний для всех пальцев длиной 0,500 м под нагрузкой 5,00 Н. Исходя из рисунка 4б, основные максимальные значения по четырем направлениям составляют: вправо – 0,008 м для пальца с двумя витками; влево – 0,007 м для пальца с одним витком; вверх – 0,003 м для пальца с тремя витками; вниз – 0,003 м для пальцев с двумя и одним витком. Палец с одним витком колеблется симметрично относительно вертикальной оси. С увеличением частоты вращения коленчатого вала соломотряса наблюдается расширение диапазона колебаний. В частности, для прямого пальца максимальное отклонение вправо составляет 0,007 м, максимальное влево – 0,004 м. Для все четырех пальцев нижний диапазон отклонений составляет 0,003 м, для верхних отклонений – 0,002-0,003 м. Характер изменения колебаний пальца с тремя витками симметричен относительно вертикальной оси, при этом отклонение вправо составляет 0,001 м, отклонение влево – 0,003 м.

Заключение. В результате экспериментов установили основные параметры отклонений пружинно-пальцевого активатора с пальцами длиной 0,200, 0,300 и 0,500 м при использованной частоте вращения вала соломотряса 190 об/мин. При этом установлено, что максимальные значения отклонений в вертикальной плоскости имеет палец с тремя витками и с одним витком. В процессе фиксации отклонений установлены боковые смещения влево и вправо, что будет способствовать уменьшению плотности соломистого вороха и благоприятствовать выделению зерна. Процесс колебаний пальца с двумя витками также положительно скажется на выделении зерна из слоя соломы. В процессе работы палец с тремя витками стремится сместиться вправо в процессе работы, а палец с двумя витками колеблется в симметричном режиме относительно осей координат. По приведенным показателям установили, что минимальные значения отклонений имеет палец длиной 0,200 м, исходя из чего, принимаем решение онецелесообразности использования данного варианта.

Список использованной литературы

1. Летошнев, М.Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет проектирование и испытание – Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, Москва-Ленинград, 1955. – 750 с.

2. Кленин, Н.И., Сакун, В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машин: Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Колос, 1980. – 671с., ил. – (Учебники и учеб. Пособия для высш. с.-х. учеб.заведений).

3. Сабликов, М.В. Сельскохозяйственные машины. Ч 2. Основы теории и технологического расчета, М., «Колос», 1968.

Основин В.Н., кандидат технических наук, доцент;
Клавсуть П.В.; Сокол О.В.

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДСКОГО МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА

Аннотация. В статье представлены сведения о формировании системы управления складского материального потока при передвижении на складе товарно-материальных ценностей на основе соответствующего сопровождения, то есть обеспечения.

Ключевые слова: складское хозяйство, материальный поток и его перемещение, оптимизация системы управления, обеспечение материального потока, виды обеспечения.

Annotation. The article provides information about the formation system of management of warehouse material flow during movement of stock inventory items on the basis of the corresponding support, i.e. ensure.

Keywords: warehousing, material flow and its movement, optimizing the management system, ensuring material flow, security.

Введение. Рациональная организация складского хозяйства имеет большое значение для ускорения и удешевления продвижения материальных ценностей внутри предприятия агропромышленного комплекса для повышения производительности труда работников, занятых складированием, лучшего использования оборудования и помещений складов, для мобилизации излишних запасов.

Основная часть. Складской материальный поток возникает в результате складирования, а также в ходе выполнения других материальных операций на складе, и включает передвижение товарно-материальных ценностей, различающихся в зависимости от деятельности организации. На складе происходит перемещение материальных потоков по различным направлениям, таким как накопление, хранение, переработка и распределение товаров между клиентами.

Управление материальными потоками означает систему по их оптимизации, то есть проведению мероприятий по их созданию,

организации и перемещению по мере необходимости на основе соответствующих видов обеспечения их, а именно: правового, информационного, логистического и других.

Правовое обеспечение – совокупность правовых норм, определяющих создание, юридический статус и способы функционирования материального потока в логистической системе.

Правовое обеспечение закреплено в Гражданском кодексе Республики Беларусь [1], например, в главе 40 «Перевозка», статьи которой регламентируют нормы гражданского права в области заключения договоров перевозки груза (статьи 738-740).

Правовое обеспечение складской логистики определено главой 47 Гражданского кодекса Республики Беларусь «Хранение», которая содержит общие положения. Например, статья 797 определяет понятие договора хранения, хранение на товарном складе, а также специальные виды хранения. Наиболее тесно правовое обеспечение материального потока на складе прослеживается в параграфе 2 «Хранение на товарном складе».

Информационное обеспечение – совокупность необходимой информации, единой системы унифицированных форм документации, информационных схем для организации работы материальных потоков, обращающихся в организации.

Информационное обеспечение является важнейшей составной частью новейших информационных технологий, которые позволяют обеспечить быстрый сбор, обработку и анализ информации и подготовить обоснованные решения по автоматизации документооборота [2].

Логистическое обеспечение процесса товародвижения – совокупность форм, методов, принципов, функций, с помощью которых логистические услуги и ресурсы реализуются в экономических потоках для рационального и оптимального функционирования процесса товародвижения [3].

Складская логистика может осуществлять управление как по отдельным складам изолированно, так и обобщенно, создав единый логистический центр, что потребует значительных усилий, а также использования большей информационной базы.

Программное обеспечение представляет собой совокупность средств, методов и программ, направленных на достижение поставленных целей и задач логистической системы, а также применяемых для обеспечения работы технических средств.

Программное обеспечение материального потока в логистической цепи склада является обязательным, так как

создание информационной системы позволяет наиболее быстро управлять материальными потоками, ускорять процесс получения и переработки информации, а также повышать эффективность работы всей логистической системы.

Так как перемещение материальных потоков осуществляется участниками логистической системы, то важную роль имеет *трудовое обеспечение*, которое определяет условия их деятельности.

Отношения между работниками логистической системы определяются Трудовым кодексом Республики Беларусь [4].

Для эффективности применения складской логистики необходимо проведение точного согласования действий всех сотрудников логистической системы, занимающихся складированием товаров. Для решения этой проблемы применяется организационное обеспечение материального потока в логистической цепи склада.

Организационное обеспечение – совокупность инструментов и методов, определяющих взаимодействие сотрудников между собой в процессе разработки и функционирования логистической системы.

Организационное обеспечение имеет связь с трудовым обеспечением, так как предусматривает организацию условий труда персонала организации, который участвует в функционировании логистической системы.

Маркетинговое обеспечение состоит в поиске и определении необходимой информации о запасах, товарах и материалах – элементах, составляющих материальный поток, то есть маркетинговое обеспечение заключается в обслуживании логистической системы.

Так как развитие предприятия во многом зависит от организации технологии работы склада, то важную роль в обеспечении материального потока в логистической цепи склада играет техническое обеспечение, так как оно связано с совершенствованием процесса перемещения материального потока по логистической цепи. При этом техническое обеспечение не должно приводить к использованию излишнего оборудования и устройств.

В широком плане *техническое обеспечение* представляет собой всю материально-техническую базу с помощью которой осуществляется движение материальных, информационных и денежных потоков. Очевидно, чем выше техническая

оснащенность каналов движения материальных, информационных и денежных потоков, тем выше уровень надежности логистических услуг. Для информационных систем технической базой являются персональные ЭВМ, система Интернет, периферийные устройства, средства связи и каналы связи.

Роль и значение *складского обеспечения* в логистике может меняться в зависимости от конкретных условий движения материального потока. Чем меньше времени товар находится на складе, тем эффективнее считается логистическая цепь и, наоборот, отсутствие складских систем, особенно при неравномерном потреблении, может снижать надежность снабжения и своевременного сбыта.

Особое место в управлении складскими материальными потоками занимает *транспортное обеспечение*. Транспорт производит поставки товаров на склад организации, осуществляет перевозки грузов, а также осуществляет доставку товаров покупателю.

Заключение. Таким образом, обеспечение материального потока играет важную роль в организации работы всей логистической цепи складского хозяйства, так как позволяет обеспечить формирование процесса передвижения ресурсопотоков. При этом обеспечение материального потока направлено на ускорение движения товарно-материальных ценностей по логистической системе.

Чем выше обеспечение материального потока в логистической цепи склада, тем выше уровень надежности логистической системы, лучше организована ее работа, то есть движение ресурсопотоков во времени и пространстве, а следовательно, успешнее развивается организация.

Список использованной литературы

1. Гражданский кодекс Республики Беларусь от 7.12.1998 г. № 218-3.
2. Теория организации: антология /Составление Семикова В.Л. – М.: Академический проект: Гаудеамус, 2005. – 960 с.
3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь «О программе развития логистической системы Республики Беларусь на период до 2015 года». – 29 августа 2008 г., № 1249.
4. Трудовой кодекс Республики Беларусь (в ред. Закона Республики Беларусь от 1 июля 2014 г. № 171-3).
5. Чеботарев А.А., Чеботарев А.Д. Логистика и маркетинг. Маркетологистика. М.: «Экономика», 2005. – 506 с.

Михайловский Е.И., кандидат экономических наук, доцент
*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АПК НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы инновационного развития; определены факторы формирующие конкурентоспособность АПК и сущность инноваций применительно к АПК; установлены факторы, сдерживающие инновационное развитие АПК.

Ключевые слова: инновация, конкурентоспособность, аграрное производство, техническое производство, ресурсосберегающие технологии, процессные инновации, факторы, инновационный механизм.

Annotation. The questions of innovation development; the factors shaping the competitiveness of agribusiness and agro-industrial complex nature of innovation applied; set constraints on innovative development in the AIC.

Key words: innovation, competitiveness, agricultural production, technical production, resource-saving technologies, process innovations, the factors that innovative mechanism.

Введение. В условиях рыночных отношений предприятия, чтобы выжить в конкурентной борьбе, стремятся организовать производство на инновационной основе. Конкурентный рынок является важным позитивным условием мотивации к инновациям у субъектов хозяйствования. Применяя нововведения, предприятия могут снизить издержки производства, что обеспечит им большую долю на рынке и получение дополнительной прибыли; производить новую или улучшенную продукцию, это создает для них возможность получить добавочный доход за счет монопольной позиции на рынке. Инновации способствуют хозяйствующим субъектам сохранить конкурентные преимущества и не потерять свою долю на рынке.

Основная часть. Основоположником теории инноваций считают Й. Шумпетера. Он в своей работе «Теория экономического развития»,

изданной в 1912 г., рассматривал инновацию (новые комбинации) как средство предпринимательства для получения прибыли. Автор предпринимателями называл «хозяйственных субъектов, функцией которых является как раз осуществление новых комбинаций и которые выступают как его активный элемент». Позднее, в 30-х годах, Й. Шумпетер выделил пять типичных изменений в экономическом развитии: использование новой техники, новых технологических процессов или нового рыночного обеспечения производства (купля-продажа); внедрение продукции с новыми свойствами; использование нового сырья; изменения в организации производства и его материально-технического обеспечения; появление новых рынков сбыта.

Значительный вклад в исследование инноваций внес Н.Д. Кондратьев, который обосновал теорию больших циклов продолжительностью 50–60 лет, разработал модели циклов конъюнктуры. Он доказал, что переход к новому циклу связан с расширением запаса капитальных благ, создающих условия для массового внедрения накопившихся изобретений. Н.Д. Кондратьев связывал переход к новому циклу с техническим прогрессом: «Перед началом повышательной волны каждого большого цикла, а иногда в самом ее начале, – писал он, – наблюдаются значительные изменения в условиях хозяйственной жизни общества. Эти изменения обычно выражаются в той или иной комбинации, в значительных технических изобретениях и открытиях, в глубоких изменениях техники производства и обмена».

Главную роль в изменениях экономической жизни общества Н.Д. Кондратьев отводил научно-техническим новациям. В мировой экономической литературе «инновация» интерпретируется как превращение потенциального научно-технического прогресса в реальный, воплощающийся в новых продуктах и технологиях.

Анализ существующих определений термина «инновация» позволяет констатировать, что распространены три точки зрения. Первая – инновация отождествляется с нововведением, новшеством. Вторая точка зрения – инновация рассматривается как процесс создания новой продукции, технологии, новшество в сфере организации, экономики и управления производством, т.е. как результат творческого процесса. Третья – инновация как процесс внедрения в производство новых изделий, элементов, подходов, качественно отличных от предшествующего аналога.

Применительно к АПК инновации представляют собой реализацию в хозяйственной практике результатов исследований и разработок в виде новых сортов растений, пород и видов животных и птицы, новых или улучшенных продуктов питания, материалов, новой техники, новых технологий в растениеводстве, животноводстве и перерабатывающей промышленности, новых форм организации и управления различными сферами экономики, новых подходов к социальным услугам, позволяющих повысить эффективность производства.

Инновации тесно связаны с таким понятием, как инновационный процесс. Инновационный процесс представляет комплекс последовательных работ от получения новой идеи до использования ее потребителем в виде нового или усовершенствованного продукта, технологического процесса, новых способов организации и управления производством. Его можно представить в виде структуры, состоящей из следующих звеньев: сфера, производящая нововведения, организационно-экономический механизм передачи новшеств, потребители инновационной продукции. Регулирует и координирует этот процесс государство.

Так, в целях системной модернизации национальной экономики, ее структурной перестройки и повышения конкурентоспособности белорусских товаров (работ, услуг) на внутреннем и внешних рынках Советом Министров Республики Беларусь была утверждена Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2011–2015 гг.

В части системной модернизации агропромышленного производства основными задачами направления «Агропромышленные технологии и производства» было запланировано проведение мероприятий по реконструкции и техническому переоснащению действующих мощностей, внедрение новых прогрессивных технологий в целях повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции, продвижения ее на внешние рынки и сокращения импорта, перевод сельскохозяйственных и перерабатывающих производств на качественно новый уровень.

В 2011–2015 гг. в сельскохозяйственной сфере деятельности предполагалось применение принципиально новых для аграрного сектора организационных и технологических инноваций (заказчик – Минсельхозпрод совместно с НАН Беларуси).

В растениеводстве планировалось: выведение новых высокоурожайных сортов и гибридов, адаптированных к различным зональным особенностям Республики Беларусь, что позволит свести к минимуму государственные дотации; создание производства современных экологически безопасных средств защиты растений на основе использования местных сырьевых ресурсов (жидкие медьсодержащие отходы, мочевина, водный аммиак и другие) и методов борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур; создание экологически безопасных технологий производства и применения комплексных биоминеральных удобрений.

В животноводстве предусматривалось создание высокого генетического потенциала на основе применения новейших методов селекции и разведения, а также достижений науки по трансплантации эмбрионов и ДНК-технологиям, создание экологически безопасных препаратов и адаптивных технологий заготовки и сохранения кормовых ресурсов для нужд животноводства.

Кроме того, в 2011–2015 гг. предполагалось создание: племенной свиноводческой фермы (нуклеуса) по разведению специализированных мясных пород и строительство станции по искусственному осеменению свиней, что позволит обеспечить получение новых высокопродуктивных пород и групп сельскохозяйственных животных, комплектование свинокомплексов высокогенетическим поголовьем, сокращение закупки указанных пород скота по импорту; репродуктора первого порядка (множителя) на 1000 свиноматок для получения племенного молодняка для родительских ферм свиней F1 для комплектования свиноводческих комплексов; племенного комплекса на 350 голов для обеспечения государственных племенных предприятий и племенных заводов племенным материалом с высоким генетическим потенциалом и ускоренного формирования скота белорусского молочного типа.

Были запланированы разработка и внедрение в производство перевязочных бактерицидных материалов для ветеринарии с покрытием из наночастиц металлов (меди, серебра, цинка, железа и других), реконструкция цеха по производству стерильных противомикробных препаратов на УП «Могилевский завод ветеринарных препаратов», цехов по розливу жидких ветеринарных препаратов и по производству сыпучих ветеринарных препаратов на УП «Минский завод ветеринарных препаратов», что позволит

обеспечить снижение заболеваемости и непроизводительного выбытия сельскохозяйственных животных.

В механизации сельского хозяйства планировалось создание отечественных высокопроизводительных комплексов и систем сельскохозяйственных машин и оборудования, соответствующих по качеству, надежности и ресурсосбережению лучшим зарубежным аналогам, что позволит повысить производительность труда в сельскохозяйственном производстве в 1,4–1,5 раза.

В перерабатывающей промышленности Минсельхозпродом и концерном «Белгоспищепром» совместно с облисполкомами предусматривалось внедрение в производство ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий производства бактериальных концентратов для молочных продуктов (криозамораживание), белковых, витаминизированных экспандированных пищевых продуктов из зернового сырья, сухого молочного продукта для питания детей с проявлениями пищевой аллергии, новых продуктов питания, расширение ассортимента производимой продукции, повышение качества традиционной для Республики Беларусь сельскохозяйственной продукции и продуктов питания.

В научной литературе инновации принято классифицировать по ряду признаков – степени радикальности, значимости в экономическом развитии, подразделяя их на базисные, улучшающие и псевдоинновации (рационализирующие).

По направленности результатов инновации делят на продуктовые и процессные. Продуктовые инновации охватывают внедрение новых или усовершенствованных продуктов. Они включают применение новых материалов, новых полуфабрикатов и комплектующих, получение новых продуктов.

Процессные инновации делятся на технологические – новые технологии производства продукции; организационно-управленческие – новые методы организации производства, транспорта, сбыта и снабжения, новые организационные структуры управления и социальные. По предмету и сфере применения в АПК целесообразно выделить четыре типа инноваций: селекционно-генетические; технико-технологические и производственные; организационно-управленческие и экономические; социально-экологические (таблица 1). Первый тип инноваций присущ только сельскому хозяйству.

Таблица 1 – Классификация типов инноваций в АПК

Селекционно-генетические	Технико-технологические и производственные	Организационно-управленческие	Социально-экологические
<p>1. Новые сорта и гибриды сельскохозяйственных растений</p> <p>2. Новые породы, типы животных и кроссы птицы</p> <p>3. Создание растений и животных, устойчивых к болезням и вредителям, неблагоприятным факторам окружающей среды</p>	<p>1. Использование новой техники</p> <p>2. Новые технологии возделывания сельскохозяйственных культур</p> <p>3. Новые индустриальные технологии в животноводстве</p> <p>4. Научно-обоснованные системы земледелия и животноводства</p> <p>5. Новые средства защиты растений</p> <p>6. Биологизация и экологизация земледелия</p> <p>7. Новые ресурсно-сберегающие технологии производства и хранения пищевых продуктов, направленные на повышение потребительской ценности продуктов питания</p>	<p>1. Развитие кооперации и формирование интегрированных структур в АПК</p> <p>2. Новые формы технического обслуживания и обеспечения ресурсами АПК</p> <p>3. Новые формы организации, мотивации труда, и управления в АПК</p> <p>4. Маркетинг инноваций</p> <p>5. Создание инновационно - консультативных систем в сфере научно-технической и инновационной деятельности</p> <p>6. Формы и механизмы инновационного развития</p>	<p>1. Формирование системы кадров научно-технического обеспечения АПК</p> <p>2. Улучшение условий труда, решение проблем здравоохранения, образования и культуры тружеников села</p> <p>3. Оздоровление и улучшение качества окружающей среды</p> <p>4. Обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха</p>

Примечание – Составлено по результатам исследований автора

Следует отметить, что инновационные процессы в АПК имеют свою специфику. Они отличаются многообразием региональных, отраслевых, функциональных, технологических и организационных особенностей.

Одна из особенностей сельского хозяйства состоит в том, что здесь, наряду с промышленными средствами производства, активное участие в производственном процессе принимают

живые организмы – животные и растения. Развитие их подчинено действию естественных законов и зависит от таких естественных факторов, как климат, погода, тепло, влага, свет и пища.

Расширенное воспроизводство в сельском хозяйстве протекает во взаимодействии экономических и естественно биологических процессов. Поэтому при управлении инновациями требуется учитывать требования не только экономических законов, но и законов природы: равнозначности, незаменимости и совокупности жизненных факторов, законов минимума, оптимума и максимума. Действие закона незаменимости факторов производства проявляется в том, что, например, селекцией не компенсировать удобрения, сортом нельзя возместить пробелы агротехники, племенным делом не заменить корма. Согласно закону минимума, рост производства сдерживается тем фактором, который находится в минимуме. Например, уровень продуктивности скота определяется тем веществом, наибольшее количество которого находится в кормовом рационе; в соответствии с законом максимума превышение какого-либо одного питательного вещества сверх потребности животного не приведет к повышению его продуктивности. Комплексный характер инноваций в АПК предъявляет специфические требования к инновационному механизму.

Сложность аграрного производства и его особенности предопределяют своеобразие подходов и методов управления инновационным процессом, сочетание различных типов инноваций, усиление роли государства в стимулировании инноваций.

Следует отметить, что сложность и особенности сельскохозяйственного производства характеризуются высоким уровнем рисков инновационных процессов. Риск финансирования научно-производственных результатов, риск временного разрыва между затратами и результатами, неопределенность спроса на инновационную продукцию не заинтересовывают частных инвесторов вкладывать капитал в развитие сельского хозяйства.

Анализ условий и факторов, влияющих на инновационное развитие АПК, позволил подразделить их на негативные

(сдерживающие инновационное развитие) и позитивные (способствующие ускорению инновационных процессов).

К факторам, сдерживающим инновационное развитие АПК Беларуси нами отнесены следующие: слабое управление НТП, отсутствие тесного взаимодействия государства и частного бизнеса; снижение затрат на аграрную науку. Фактически данные показывают существенную разницу между белорусской структурой затрат на исследования и разработки в сфере АПК и зарубежной (таблица 2); неподготовленность кадров; низкая маркетинговая работа; низкий уровень платежеспособного спроса на инновационную продукцию; резкое снижение финансирования мероприятий по освоению научно-технических достижений в производстве и соответствующих инновационных программ; до настоящего времени не разработаны механизмы, стимулирующие развитие инновационного процесса в АПК и др.

Таблица 2 – Структура расходов на исследования и разработки в сфере АПК по источникам финансирования, %

Страна (регион)	Средства отраслевых министерств и ведомств	Консолидированные государственные (бюджетные) средства	Прочие источники (хозрасчетные средства, ресурсы агропромышленных и научных организаций, и др.)
Беларусь	35	50	15
Россия	33	55	12
Европейский союз	55	35	10
Страны ОЭСР	65	30	5
США	70	25	5

Примечание – Составлено по результатам исследований автора

К факторам, способствующим инновационному развитию АПК Беларуси, нами отнесены следующие: отход от административного управления экономикой; многообразие форм хозяйствования; емкий продовольственный рынок; сохранившийся научно-образовательный и производственный потенциал.

Анализ состояния и оценка инновационной деятельности в АПК страны свидетельствует, что этот процесс характеризуется низким уровнем активности при значительном научном потенциале. Освоение нововведений наблюдается в основном на

перерабатывающих предприятиях АПК и в индустриальных сельскохозяйственных организациях (на птицефабриках и тепличных комбинатах). Доля агропромышленных предприятий, являющихся наиболее динамичными потребителями новшеств, составляет 8–10% от общего числа всех организаций (для справки: 2000–2001 гг. их было 2–3%). У большинства сельскохозяйственных предприятий преобладают примитивные методы и технологии, применяются устаревшие сорта сельскохозяйственных культур и породы скота, несовершенные формы организации и управления.

Отход от инновационного развития связан, прежде всего, с резким снижением платежеспособного спроса на научно-техническую и наукоемкую продукцию в связи с тяжелым финансовым состоянием организаций, резким снижением объема средств из бюджетных источников финансирования, невозможностью получить кредиты. Ограниченность ресурсов, направляемых на инновации, создает проблему выбора приоритетов как по направлениям, так и по субъектом инновационной деятельности.

Слабым звеном в развитии инновационной деятельности является неразвитость рынка инновационной продукции, отсутствие эффективного организационно-экономического механизма управления инновационными процессами. Научно-технические разработки далеко не всегда являются продуктом, готовым для эффективной реализации в агропромышленном производстве. Отсутствуют структуры, занимающиеся изучением спроса на инновации. При отборе инновационных проектов не проводится их экономическая экспертиза, не рассматриваются показатели эффективности освоения и не отрабатываются схемы продвижения полученных результатов в производство. Оценка ситуации в АПК страны свидетельствует, что активизация инновационной деятельности без реализации системы мер, прежде всего, финансового оздоровления и поэтапного восстановления производства, становится затруднительной. Для развития инновационных процессов предстоит решить целый ряд задач государственной инновационной политики.

В растениеводстве инновационные процессы должны быть направлены на: увеличение объемов производимой

растениеводческой продукции на основе повышения плодородия почвы, роста урожайности сельскохозяйственных культур и улучшение качества продукции; преодоление процессов деградации и разрушения природной среды и экологизацию производства; снижение расхода энергоресурсов и уменьшение зависимости продуктивности растениеводства от природных факторов; повышение эффективности использования орошаемых и осушенных земель; экономию трудовых и материальных затрат; сохранение и улучшение экологии окружающей среды. В связи с этим инновационная политика в области растениеводства должна строиться на совершенствовании методов селекции - создание новых сортов сельскохозяйственных культур, обладающих высоким продуктивным потенциалом, освоении научно обоснованных систем земледелия и семеноводства.

В современных условиях для повышения производственного потенциала животноводческой отрасли важное значение имеет использование биологического блока инноваций, достижение отечественной и мировой селекции, отражающих важнейшее направления совершенствования селекционно-генетического потенциала, от которого непосредственно зависит уровень продуктивности животных, эффективное использование кормовых ресурсов, освоение ресурсосберегающих технологий, направленных на повышение уровня интенсивности и эффективности производства.

Не менее важное значение в развитии инновационного процесса в животноводстве принадлежит технологической и научно-техническим группам инноваций, которые связаны с индустриализацией производства, механизацией и автоматизацией производственных процессов, модернизацией и техническим перевооружением производства, освоением наукоемких технологий, ростом производительности труда, обуславливающими уровень и эффективность производства продукции животноводства.

Внедрение адаптивных, ресурсосберегающих технологий производства продукции животноводства на основе инновационной деятельности при широком использовании автоматизации и компьютеризации производства, машин и оборудования нового поколения, робототехники и электронных

технологий, восстановление и совершенствование производственно-технического потенциала животноводческих комплексов и птицефабрик является определяющими направлениями повышения эффективности производства продукции.

Заключение. На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Изучение и обобщение отечественных и зарубежных экономических научных источников показало, что инновационное развитие – это, прежде всего, конструктивная созидательная динамика, обеспечивающая создание и реализацию инноваций, а на его основе получение существенных конкурентных преимуществ;

2. Специфика ведения аграрного производства определяют своеобразие подходов и методов управления инновационным процессом, сочетание различных типов инноваций, усиление роли государства в стимулировании инноваций.

3. Установлено, что конкурентоспособность является сложной экономической системой и как объект управления находится под влиянием совокупного взаимодействия факторов макро- и микро среды. Получение конкурентного преимущества зависит от того, насколько эффективно они используются и в какой отрасли применяются.

4. Определены и систематизированы факторы формирующие конкурентоспособность предприятий АПК: формы и методы государственной поддержки, нормативно-правовая база в области стимулирования конкуренции и создание условий для производства конкурентоспособной продукции, экономические на макро- и микро- уровнях, социальные, природно-географические, организационные, технические, технологические, экологические, инвестиционные, инновационные.

5. В экономических источниках термин «инновации» рассматривается с различных точек зрения. Для одних исследователей инновация отождествляется с нововведением, новшеством. Для других – инновация рассматривается как процесс создания новой продукции, технологии, новшество в сфере организации, экономики и управления производством, т. е. как результат творческого процесса. Для третьих – инновация как

процесс внедрения в производство новых изделий, элементов, подходов, качественно отличных от предшествующего аналога.

6. Применительно к АПК инновации представляют собой реализацию в хозяйственной практике результатов исследований и разработок в виде новых сортов растений, пород и видов животных и птицы, новых или улучшенных продуктов питания, материалов, новой техники, новых технологий в растениеводстве, животноводстве и перерабатывающей промышленности, новых форм организации и управления различными сферами экономики, новых подходов к социальным услугам, позволяющих повысить эффективность производства.

7. В научной литературе «инновации» принято классифицировать по ряду признаков – степени радикальности, значимости в экономическом развитии; по направленности результатов (продуктовые и процессные); по предмету и сфере применения в АПК (селекционно-генетические; технико-технологические и производственные; организационно-управленческие и экономические; социально-экологические);

8. Установлены факторы, сдерживающие инновационное развитие в АПК (слабое управление НТП, отсутствие тесного взаимодействия государства и частного бизнеса; снижение затрат на аграрную науку; неподготовленность кадров; снижение финансирования мероприятий по освоению научно-технических достижений в производстве и соответствующих инновационных программ).

Список использованной литературы

1. Бездудный Ф.Ф., Смирнова Г.А., Нечаева О.Д. Сущность понятия «инновация» и его классификация // Инновации. – 1998. – №2, 3. – С. 4.
2. Кондратьев Н. Д. Избранные сочинения. – М.: Экономика, 1993. – С. 47.
3. Шумпетер Й. Теория экономического развития. – М.: Прогресс, 1982. – С. 169-170.

Босак В.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Смеянович О.Ф., кандидат сельскохозяйственных наук
БГТУ, г. Минск, Республика Беларусь
РО «Белагросервис», г. Минск, Республика Беларусь

ПОЧВЕННОЕ ПЛОДОРОДИЕ И УДОБРЕНИЯ КАК ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В исследованиях на окультуренных дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах почвенное плодородие способствовало получению 49–85%, органические удобрения – 10–25%, минеральные удобрения – 15–47% продуктивности сельскохозяйственных культур.

В зависимости от типа севооборота роль плодородия почвы в формировании продуктивности составила 51–70%, органических удобрений – 6–15%, азотных удобрений – 15–30%, фосфорных и калийных удобрений – 6–14%.

In researches on cultivated Podzoluvisol is received soil fertility of 49–85%, organic fertilizers – of 10–25%, mineral fertilizers – of 15–47% of productivity on agricultural crops.

In field crop rotation is receiver soil fertility of 51–70%, organic fertilizers – of 6–15%, nitrogen fertilizers – of 15–30%, phosphorus and potassium fertilizers – of 6–14% of crop productivity.

Современное земледелие решает проблему повышения продуктивности агроценозов путем оптимизации применения органических и минеральных удобрений в комплексе с другими агротехническими приемами [1–5].

Применение удобрений в Республике Беларусь обеспечивает порядка 50 % урожая на пахотных землях. Интенсивное применение минеральных и органических удобрений в нашей стране позволило также значительно улучшить агрохимические показатели почвенного плодородия. В настоящее время около 30 % пашни в Беларуси имеет оптимальные агрохимические показатели.

В полевых севооборотах наиболее эффективной является полная органоминеральная система, предусматривающая внесение

оптимальных доз органических и минеральных удобрений. При научно-обоснованном сочетании органических и минеральных удобрений устраняются специфические недостатки обоих видов и тем самым создаются условия наиболее рационального их использования.

В исследованиях на окультуренных дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах роль удобрений и почвенного плодородия в формировании продуктивности сельскохозяйственных культур зависела от их биологических особенностей и отзывчивости на удобрение.

Среди исследуемых сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых суглинистых почвах наибольшее влияние почвенного плодородия на формирование их продуктивности отмечено для многолетних бобовых трав (клевер луговой – 85 %) и бобово-злаковых смесей (горох, вика и пелюшка с овсом и ячменем – 62 %). При возделывании зерновых, крестоцветных и пропашных культур плодородие дерново-подзолистых суглинистых почв обеспечило получение 49–53% их продуктивности.

Долевое участие органических удобрений в формировании продуктивности пропашных культур (картофель, кукуруза, сахарная свекла, кормовая свекла) оказалось 25 %, озимых зерновых культур – 18 %, однолетних бобово-злаковых смесей – 12 %, яровых зерновых культур (последствие) – 10 %.

Вклад минеральных удобрений в формирование урожая крестоцветных культур составил 47 %, зерновых культур – 33–37 %, однолетних бобово-злаковых смесей – 26 %, пропашных культур – 25 %, многолетних бобовых трав – 15 %.

При возделывании на дерново-подзолистых супесчаных почвах зернобобовых культур (люпин узколистый, соя, фасоль овощная, бобы овощные) почвенное плодородие обеспечило получение 69 %, применение минеральных удобрений – 31 % общей продуктивности.

В исследованиях в основных типах полевых севооборотов (зерновых, зерноотравяных, специальных, зернопропашных) на окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве роль плодородия почвы в формировании продуктивности в зависимости от типа севооборота составила 51–70 %, органических удобрений – 6–15 %, азотных удобрений – 15–30 %, фосфорных и калийных удобрений – 6–14 %.

Таким образом, в зависимости от типа севооборота и биологических особенностей растений, почвенное плодородие

обеспечивает формирование 49–85 %, применение минеральных и органических удобрений – 15–51 % общей продуктивности сельскохозяйственных культур в основных типах полевых севооборотов на окультуренных дерново-подзолистых легкосуглинистых и супесчаных почвах.

Список использованной литературы

1. Босак, В.Н. Оптимизация питания растений / В.Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
2. Босак, В.Н. Органические удобрения / В.Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
3. Босак, В.Н. Формирование почвенного плодородия в зависимости от вариантов системы удобрений в севооборотах различного типа / В.Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2012. – № 1. – С. 78–81.
4. Комплексное применение средств химизации при возделывании зерновых культур / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 174 с.
5. Смянович, О. Применение удобрений в севообороте / О. Смянович, В. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2013. – 108 с.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Маринич Л.А., Бакач Н.Г., Володкевич В.И., А.В. Шах А.В.</i> ДИНАМИКА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБНОВЛЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ	4
<i>Карпович С.К., Лисай Н.К.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ В МОЛОЧНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ	13
<i>Сайганов А.С, Миклуш В.П., Карпович С.К., Лисай Н.К., Герасимов В.С.</i> ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА ПОДДЕРЖАННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	18
<i>Миклуш В.П.; Сайганов А.С., Барташевич Л.В.; Барташевич А.Л.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИЛЕРСКОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	34
<i>Соловьев С.А.; Герасимов В.С., Игнатов В.И., Буряков С.А., Миклуш В.П.</i> ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	42
<i>Герасимов, В.С.; Игнатов В.И., Буряков С.А., Миклуш В.П., Сайганов А.С</i> КОНЦЕПЦИЯ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ОТРАСЛЕВОЙ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	53
<i>Бакач Н.Г., Володкевич В.И., Шах А.В.</i> О ТЕХНИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОВЕДЕНИЯ АГРОМЕЛИОРАТИВНЫХ РАБОТ	70
<i>Клочков А.В., Новицкий П.М.</i> ТЕХНИЧЕСКАЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	76
<i>Изоитко В.М., Винченон Н.Г., Лукомский А.Е., Бобровская И.Е.</i> ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛЬНОЗАВОДОВ	83

<i>Вабищевич А.Г., Янцов Н.Д., Петроченко Н.О., Бабок С.И.</i> КОМБИНИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОРМОВ	87
<i>Якубович А.И., Тарасенко В.Е</i> ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТРАКТОРОСТРОЕНИЯ В XXI ВЕКЕ	90
<i>Шило И.Н., Романюк Н.Н., Нукешев С.О., Сашко К.В., Пашковский С.Д., Есинов С.П.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИНЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ	95
<i>Романюк Н.Н., Нукешев С.О., Агейчик В.А., Мацукевич С.Н., Есинов С.П.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ	102
<i>Гривачевский А.Г., Ермашкевич Д.Б., Кулик Р.Л., Ленец И.Г., Штейн Б.М.</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ	107
<i>Мисуно О.И.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС» ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ И ПОСЕВЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР	112
<i>Издебский В., Мачяшэк М., Скудларски Я., Заяц С.</i> ДОПУСТИМОЕ ВРЕМЯ ПРОСТОЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПОЛЬШИ	117
<i>Бетень Г.Ф., Анискович Г.И.</i> ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИМПУЛЬСНОГО ЗАКАЛОЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЖИДКОСТЬЮ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ	124
<i>Катцевич В.М., Лисай Н.К., Чугаев П.С., Булыга Д.М., Закревский И.В., Корнеева В.К.</i> УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СЕТЧАТЫЙ ИСКРОГАСИТЕЛЬ ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	137
<i>Толочко Н.К., Сергеев К.Л.</i> МОДИФИЦИРОВАНИЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ УГЛЕРОДНЫМИ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ	143

<i>Акулович Л.М., Сергеев Л.Е., Сенчугов Е.В., Германович Е.Г.</i> ФИНИШНАЯ ОБРАБОТКА ШТОКОВ ГИДРОЦИЛИНДРОВ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ	148
<i>Акулович Л.М., Миранович А.В., Ворошуха О.Н.</i> ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ОБРАБОТКОЙ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ	154
<i>Антонишин Ю.Т., Сокол В.А.</i> ПРОЦЕСС УПРОЧНЯЮЩЕЙ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ	161
<i>Мирутко В.В.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ОЧИСТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	166
<i>Девойно О.Г., Кардаполова М.А., Луцко Н.И., Василевский П.Н.</i> К ВОПРОСУ УПРОЧНЕНИЯ-ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ МЕТОДАМИ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ	173
<i>Константинов В.М., Дашкевич В.Г., Ковальчук А.В.</i> ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДВУХСЛОЙНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ	177
<i>Константинов В.М., Булойчик И.А.</i> ЦИНКОВЫЕ АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЙ	181
<i>Сай А.С., Тарасенко В.Е.</i> РЕГУЛИРОВАНИЕ ФАЗ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	186
<i>Бодилковский А.В., Анискович Г.И., Василевский П.Н.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН	192
<i>Андрушевич А.А., Кусин Р.А., Черняк И.Н.</i> УСТАНОВКА НАПОРНОГО ТИПА ДЛЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ	199
<i>Мисун Л.В., Мисун А.Л., Круглый П.Е.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ	203

Клочков А.В., Ковалевский В.Ф.

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ПРУЖИННО-ПАЛЬЦЕВОГО АКТИВАТОРА
СОЛМОТРЯСА 210**

Основин В.Н., Клавсутъ П.В., Сокол О.В

**ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
СКЛАДСКОГО МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА 217**

Михайловский Е.И

**ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АПК
НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ 221**

Босак В.Н., Смянович О.Ф.

**ПОЧВЕННОЕ ПЛОДОРОДИЕ И УДОБРЕНИЯ
КАК ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР 233**

Научное издание

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ
НОВОЙ ТЕХНИКИ, ТЕХНОЛОГИЙ, ОРГАНИЗАЦИИ
ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК**

Материалы Международной
научно-практической конференции

Минск, 9 июня 2016 г.

Ответственный за выпуск А. В. Миранович
Компьютерный дизайн и верстка П. Н. Василевского
Дизайн обложки Д. О. Бабаковой

Подписано в печать 31.05.2016. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 13,91. Уч.-изд. л. 10,95. Тираж 100 экз. Заказ 481.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/359 от 09.06.2014.
№ 2/151 от 11.06.2014.
Пр. Независимости, 99-2, 220023, Минск.