ISSN 2072-9642

Техника и оборудование для села

Machinery and Equipment for Rural Area

Сельхозпроизводство ❁ Переработка ❁ Агротехсервис ❁ Агробизнес

RSM 2375

НАДЕЖНЫЙ И ДОСТУПНЫЙ

Держатель рекорда производительности

ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ВЫСШИХ РЕЗУЛЬТАТОВ!

Реклама

РОСТСЕЛЬМАШ
Агротехника Профессионалов
90

№ 8 | Август 2019

Министерство
сельского хозяйства
Российской Федерации

Российская
агропромышленная
выставка

ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ 2019

МОСКВА ВДНХ

9–12 октября

Региональные продуктовые бренды

Зарубежные страны

Регионы России

Сельскохозяйственная техника и оборудование для АПК

Средства производства для растениеводства. Семеноводство

Оборудование для животноводства. Ветеринария. Корма

Животноводство и племенное дело

Научное обеспечение

Инвестиции, кредиты, лизинг

ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕ ГРАНИЦ

70-300mm

- ПОЛНЫЙ СПЕКТР ОТРАСЛЕЙ АПК НА ОДНОЙ ПЛОЩАДКЕ
- МЕСТО ВСТРЕЧИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ВЛАСТЕЙ И БИЗНЕСА
- ДЕМОНСТРАЦИЯ ДОСТИЖЕНИЙ ЛИДЕРОВ РОССИЙСКОГО И ЗАРУБЕЖНОГО АПК

0+

www.goldenautumn.moscow

+7 (495) 256-80-48

Ежемесячный
научно-производственный
и информационно-
аналитический журнал
Учредитель:
ФГБНУ «Росинформагротех»
Издается с 1997 г.
при поддержке Минсельхоза России
Индекс в каталоге
агентства «Роспечать» 72493
Индекс в объединенном каталоге
«Пресса России» 42285
Перерегистрирован в Роскомнадзоре
Свидетельство ПИ № ФС 77-47943 от 22.12.2011 г.

Редакционная коллегия:
главный редактор – **Федоренко В.Ф.**,
д-р техн. наук, проф., академик РАН,
зам. главного редактора – **Мишуров Н.П.**,
канд. техн. наук.
Члены редколлегии:
Буклагин Д.С., д-р техн. наук, проф.,
Голубев И.Г., д-р техн. наук, проф.,
Ерохин М.Н., д-р техн. наук, проф., академик РАН,
Завражнов А. И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН,
Кешуов С.А., д-р техн. наук, проф.,
академик НАН Республики Казахстан,
Конкин Ю.А., д-р экон. наук, проф., академик РАН,
Кузьмин В.Н., д-р экон. наук,
Левшин А.Г., д-р техн. наук, проф.,
Лобачевский Я.П., д-р техн. наук, проф.,
чл.-корр. РАН,
Морозов Н.М., д-р экон. наук, проф.,
академик РАН,
Некрасов А.И., д-р техн. наук,
Сыроватка В.И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН,
Цой Ю.А., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН,
Черноиванов В.И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН
Шичков Л.П., д-р техн. наук, проф.

Editorial Board:
Chief Editor – **Fedorenko V.F.**, Doctor of Technical Science, professor, academician of the Russian Academy of Sciences,
Deputy Editor – **Mishurov N.P.**, Candidate of Technical Science.
Members of Editorial Board:
Buklagin D.S., Doctor of Technical Science, professor,
Golubev I.G., Doctor of Technical Science, professor,
Erokhin M.N., Doctor of Technical Science, professor, academician of the Russian Academy of Sciences,
Zavrazhnov A.I., Doctor of Technical Science, professor, academician of the Russian Academy of Scinces,
Keshuov S.A., D.E., professor, academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan,
Konkin Yu.A., Doctor of Economics, professor, academician of the Russian Academy of Sciences,
Kuzmin V.N., Doctor of Economics,
Levshin A.G., Doctor of Technical Science, professor,
Lobachevsky Ya.P., Doctor of Technical Science, professor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences,
Morozov N.M., Doctor of Economics, professor, academician of the Russian Academy of Sciences,
Nekrasov A.I., Doctor of Technical Science,
Syrovatka V.I., Doctor of Engineering, professor, academician of the Russian Academy of Sciences,
Tsoi Yu.A., Doctor of Technical Science, professor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences,
Chernoivanov V.I., Doctor of Technical Science, professor, academician of the Russian Academy of Sciences
Shichkov L.P., Doctor of Technical Science, professor

Отдел рекламы
Горбенко И.В.
Дизайн и верстка
Речкина Т.П.
Художники: Жуков П.В., Лапшина Т.Н.

ISSN 2072-9642
№ 8 (266)
Август 2019 г.

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА

MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Поздняков Б.А. Актуальные направления совершенствования системы машин для уборки льна-долгунца 2

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Трактор RSM 2375 Ростсельмаш. Почему его выбрали владельцы и что в итоге получили 8

Савиных П.А., Сычугов Ю.В., Казаков В.А., Мошонкин А.М. Усовершенствование технологии послеуборочной переработки зерна при реконструкции зерноочистительно-сушильного комплекса 10

Инновационные технологии и оборудование

Гаджиев П.И., Шикалов М.С., Рамазанова Г.Г., Алексеев А.И. Обоснование параметров комкоразрушающего битерного барабана машины для предпосадочной подготовки почвы к комбайновой уборке картофеля 15

Ростовцев Р.А., Шишин Д.А., Фадеев Д.Г., Прокофьев С.В. Исследование нового очесывающего устройства льнокомбайна 19

Алдошкин А.А. Совершенствование методов и технических средств ограничения давления в системах водоподачи закрытых оросительных систем . 23

Бышов Н.В., Успенский И.А., Юхин И.А., Лимаренко Н.В. Экспериментальная оценка достоверности оптимальных параметров активатора обеззараживания жидких отходов животноводства 28

Агротехсервис

Фомин А.И., Сенин П.В., Кургузкин М.А. Повышение усталостной долговечности коленчатых валов при их восстановлении 32

Игнатов В.И., Герасимов В.С., Буряков С.А., Мордасова М.С. Определение предельного состояния сельскохозяйственной машины по затратам на ремонт и уровню потери её годности 37

Аграрная экономика

Петухов Д.А., Свиридова С.А., Трубицын Н.В., Кравцова М.Е. Исследование потребительских свойств дисковых борон на лущении стерни озимой пшеницы 42

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
Полные тексты статей размещаются на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: http://elibrary.ru

Журнал включен в международную базу данных **AGRIS FAO ООН**, в **Перечень** рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.
Научные специальности и соответствующие им отрасли науки, по которым издание включено в **Перечень ВАК**:
05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);
05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки);
05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки);
08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки).

Редакция журнала:
141261, г.п. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60. Тел. (495) 993-44-04
fgnu@rosinformagrotech.ru; r_technica@mail.ru www.rosinformagrotech.ru

© «Техника и оборудование для села», 2019
Перепечатка материалов, опубликованных в журнале, допускается только с разрешения редакции.

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»
Подписано в печать 20.08.2019. Заказ 502

УДК 631.171: 633.521
DOI: 10.33267/2072-9642-2019-8-2-6

Актуальные направления совершенствования системы машин для уборки льна-долгунца

Б.А. Поздняков,
д-р экон. наук, гл. науч. сотр.,
vniiml@mail.ru
(ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»)

Аннотация. *Приведено обоснование актуальных направлений формирования усовершенствованной системы машин для уборки льна-долгунца, обеспечивающей повышение эффективности технологического процесса. Показано, что совершенствование системы льноуборочных машин необходимо для повышения производительности труда, сокращения потерь семян и снижения эксплуатационных издержек путем конструктивного совершенствования подборщиков-очёсывателей лент льна и технических средств для сушки и переработки семенного вороха.*

Ключевые слова: *лён-долгунец, условия производства, система уборочных машин, направления совершенствования, факторы эффективности.*

Постановка проблемы

Одной из основных причин низкой эффективности производства льна-долгунца в Российской Федерации является крайне недостаточный уровень технической обеспеченности отрасли, составляющий по основным видам специализированных технических средств 40-60% от оптимального. Причём доля машин, находящихся в эксплуатации свыше 15 лет, составляет: по льнокомбайнам – 75 %, пресс-подборщикам – 80, оборудованию пунктов сушки и переработки семенного вороха – 100% [1].

На фоне острого дефицита средств производства вопрос о качественном совершенствовании системы машин в льноводстве может представляться не очень значимым. Но при восстановлении эффективного производства в льняном комплексе страны и материально-технической базы отрасли необходимо ориентироваться на более совершенную систему специализированных машин, учитывающую существенное изменение в последние время условий производства, требующих значительной корректировки отдельных элементов технологий и параметров технических средств, необходимых для их выполнения [2].

В числе условий производства, изменившихся в наибольшей степени, можно выделить, прежде всего, возрастание дефицита трудовых ресурсов в аграрной сфере, что полностью исключает возможность применения ручного труда на уборочных работах, например, при постановке тресты в шатры в условиях неустойчивой погоды и раскладывании ее из шатров в ряды для последующего подъёма пресс-подборщиком. Поэтому сейчас необходимо ориентироваться на механизированный подъём сухой тресты непосредственно из лент, что требует увеличения суммарной мощности парка уборочных машин и смещения сроков уборки на более ранние.

Снижение численности предприятий первичной переработки льносырья и более чем двукратное увеличение расстояния перевозки исключает возможность доставки льнотресты на предприятия первичной переработки непосредственно с поля из-за чрезмерно высокой и необеспеченной потребности в транспортных средствах, что также требует изменения технологии уборки.

Мировой опыт производства льна-долгунца показал экономическую целесообразность специализации льносеющих хозяйств на производстве высококачественной волокнистой продукции или посевных льносемян с высокими урожайными свойствами. При этом для реализации каждого из этих направлений должны применяться свои технологии и система машин.

Актуальной задачей при совершенствовании системы машин является также устранение существенных недостатков имеющихся технических средств, в частности высоких потерь семян при комбайновой уборке и выполнении технологической операции очёсывания лент подборщиком-очёсывателем [3].

Цель исследований – разработка актуальных направлений формирования системы льноуборочных машин, обеспечивающей повышение экономической эффективности отрасли.

Материалы и методы исследования

Проводились исследования и выполнялось обоснование основных направлений формирования усовершенствованной системы машин для уборки льна-долгунца, обеспечивающей повышение эффективности технологического процесса.

Необходимость в совершенствовании системы льноуборочных машин обусловлена трансформацией технологий уборки в направлении существенного снижения их трудоёмкости, а также экономической целесообразностью специализации технологий при производстве посевных семян или высококачественной волокнистой продукции.

Для укрепления слабых звеньев имеющейся системы машин рассматривались наращивание суммарной производительности парка специализированных технических средств до уровня, обеспечивающего своевременное выполнение всего комплекса взаимосвязанных технологических операций, минимализация потерь, связанных со снижением качества волокнистой продукции, и физических потерь семенной части урожая.

Формируемая структура технических средств должна обеспечивать возможность адаптации производственного процесса к различным погодным ситуациям путём выбора наиболее эффективной технологии. В зависимости от производственных целей система льноуборочных машин должна обеспечивать возможность применения технологии раздельной уборки в ранней жёлтой спелости, а также комбайновой технологии в жёлтой или начале полной спелости.

В процессе исследований использовались методические подходы ведущих учёных ФГБНУ ФНАЦ ВИМ к разработке системы машин и технологий для комплексной механизации растениеводства [4-6].

Для обоснования концепции использовались системный анализ, моделирование технологических процессов уборки льна-долгунца при различных погодных ситуациях, расчётно-конструктивный и абстрактно-логический методы.

Результаты исследований и обсуждение

Базовые технологии уборки льна-долгунца и специализированные технические средства для их осуществления разработаны во ВНИИ механизации льноводства. Обоснована также потребность в льноуборочных машинах при переходе на экономически эффективные интенсивные технологии [7, 8].

Необходимость совершенствования технологии и системы машин на этапе уборки льна-долгунца обусловлена особенностями природных условий льноводной зоны России, которые кардинально отличаются от таковых в льносеющих странах Западной Европы.

Сумма эффективных температур вегетационного периода (свыше + 10 °С) в льносеющих районах западноевропейских стран находится в пределах 2200-2600 °С, в России – 1600-2000 °С. Тепла для созревания льна-долгунца в России достаточно, но почва для посева высыхает и прогревается на 30-40 дней позже, чем, например, в Бельгии. Поэтому фаза ранней жёлтой спелости льна-долгунца, при наступлении которой приступают к его уборке, в России в лучшем случае наступает в первой декаде августа.

В странах Западной Европы сроки теребления льна, вылежки и подъёма тресты приходятся на середину лета, когда погодные условия благоприятны для получения высококачественной продукции, а вылежавшаяся треста при высоких температурах воздуха быстро высыхает до необходимой влажности.

В России при задержке с уборкой из-за дефицита технических средств, неблагоприятной погоды или позднего созревания посевов процессы вылежки и подъёма льнотресты смещаются на малоблагоприятный по погодным условиям период времени – сентябрь и начало октября. Это ведёт к существенному снижению качества волокнистой продукции.

Технологические проблемы, возникающие при завершении процесса вылежки в конце сентября, связаны также с медленным высыханием тресты в лентах после выпадения осадков. При наличии трудовых ресурсов для ускорения естественной сушки льнотресты и приостановки процесса вылежки широко применялась установка тресты в конусы или шатры. В современных условиях выход из этой ситуации заключается лишь в достижении высоких темпов уборочных работ, так, чтобы обеспечить их завершение в конце августа – начале сентября. То есть суммарная производительность парка льноуборочных машин должна гарантированно обеспечивать выполнение уборочных работ в возможно ранние (оптимальные) сроки.

Комбайновая уборка льна-долгунца в фазе ранней жёлтой спелости в последние 30 лет практически не применялась, поскольку затраты на транспортировку, сушку и переработку семенного вороха по причине его высокой влажности примерно в 2 раза превышают стоимость полученных семян. Пункт обработки семенного вороха КСПЛ-0,9 при уборке льна в фазе жёлтой спелости при относительной влажности вороха на уровне 45% может перерабатывать сырье от 4-5 работающих льнокомбайнов, обеспечивая таким образом уборку посевов льна на площади 200-250 га. Однако при уборке льна в ранней жёлтой спелости сезонная производительность КСПЛ-0,9 не превысила бы и 100 га.

Семена льна-долгунца при комбайновой уборке в фазе ранней жёлтой спелости неоднородны по качеству. Часть недозревших семян (около 20%) при быстрой сушке хотя и сохраняют высокую всхожесть, но теряют свой урожайный потенциал. Качественная неоднородность семян ведёт к пестроте стеблестоя и снижению качества волокнистой продукции.

Практически на первом этапе уборки льна-долгунца могут применяться следующие технологии:

- раздельная уборка в ранней жёлтой спелости льна-долгунца;
- комбайновая уборка в жёлтой спелости льна-долгунца;
- комбайновая уборка в начале полной спелости льна-долгунца;

● комбайновая уборка без сбора семенных коробочек льна-долгунца.

Выбор той или иной технологии осуществляется, прежде всего, исходя из целей производства, погодной ситуации, состояния материально-технической базы отрасли.

Раздельная технология включает в себя тереблениe стеблей и расстил их в ленты без очёса семенных коробочек. После высыхания коробочек производится очёс и оборачивание лент с использованием подборщиков-очёсывателей, а также досушивание и обмолот вороха на пунктах сушки и переработки. При тёплой и сухой погоде в период после тереблениe стеблей могут быть получены высококачественные посевные семена. Но вместе с тем высоким остаётся риск потери семян из-за их прорастания в лентах при дождливой погоде. Степень этого риска оценивается в среднем на уровне 50%, поэтому не рекомендуется применять раздельную технологию для уборки семенных посевов.

Обеспечение своевременного тереблениe льна в фазе ранней жёлтой спелости обычно не вызывает проблем. Льнотеребилки являются довольно надёжными и высокопроизводительными машинами. К тому же созревание посевов из-за различий в сроках сева и почвенных особенностей на разных участках наступает неодновременно, а растягивается в пределах хозяйства на 5-7 дней и более.

Очёс лент может задержаться из-за неблагоприятной погоды, и возможна ситуация, когда треcту на части площади придётся поднимать с неочёсанными коробочками. Поэтому технологические линии предприятий первичной переработки льнотресты должны оснащаться модулями для обмолота семенных коробочек.

Высокая экономическая и технологическая значимость раздельной уборки льна-долгунца связана с тем, что она осуществляется в той фазе спелости, когда качество и ценность содержащихся в стеблях волокнистых веществ имеют наивысший уровень. Кроме того, в условиях России раздельная уборка даёт возможность сместить период вылежки тресты на более благоприятный по погодным условиям отрезок времени, когда благодаря высокой температуре воздуха, обильным росам и периодическим осадкам сроки вылежки сокращаются и качество тресты повышается. К тому же условия для подъёма сухой тресты при уборке в ранние сроки более благоприятны. Кроме того, применение технологии раздельной уборки в годы с поздним созреванием посевов и в северных регионах зоны льносеяния повышает шансы завершения уборочных работ до наступления отрицательных температур.

Ориентация на применение в значительных объёмах раздельной технологии уборки льна-долгунца связана, прежде всего, с задачей получения высококачественного волокна для текстильной промышленности. В тех случаях, когда требования потребителей к качеству волокна являются менее высокими и для них приемлема значительная степень одревеснения лубяных волокон, в сельскохозяйственной сфере можно ориентироваться на комбайновую уборку в фазе жёлтой спелости или после десикации посевов, проведённой в фазе ранней жёлтой спелости.

Критериями для выбора одного из видов комбайновой уборки являются следующие. Для уборки семенных посевов выходной и более высоких репродукций целесообразно применять комбайновую уборку в фазе жёлтой спелости или после десикации. Если хозяйство не располагает необходимым оборудованием для сушки семенного вороха, возможно проведение уборки в начале полной спелости. Но чем в более поздней фазе спелости осуществляется комбайновая уборка, тем в большей степени снижаются качество и ценность волокнистой продукции как в связи с возрастающей степенью одревеснения лубяных волокон, так в связи со смещением сроков вылежки и подъёма тресты на малоблагоприятный по погодным условиям период времени.

Комбайновая уборка без сбора семенных коробочек в фазе ранней жёлтой спелости применяется при отсутствии пунктов сушки семенного вороха. Она может оказаться эффективной, если технические средства для своевременного подъёма тресты имеются в достаточном количестве. Отказ от уборки семенной части урожая может оказаться целесообразным также при низкой биологической урожайности льносемян, но высокой ценности волокнистой части урожая.

Рассмотренные технологии первого этапа уборки льна-долгунца чаще всего нет смысла сопоставлять по их экономической эффективности, поскольку наиболее подходящая технология выбирается исходя из нескольких обстоятельств. При этом затраты на выполнение технологических операций и прогнозируемые потери в стоимостном выражении урожая волокна и семян в разных вариантах технологии, приведённые в таблице, также могут стать важными критериями, если остальные обстоятельства не имеют существенного значения.

На заключительном этапе уборки критическим является период от момента завершения процесса вылежки льнотресты до её уборки и складирования в пунктах хранения. При нахождении лент вылежавшейся льнотресты в поле степень снижения её качества при задержке с подъёмом зависит от особенностей погоды. Снижение качества связано в основном со снижением прочности волокна. При отсутствии осадков и низкой температуре воздуха качество тресты снижается медленно, но при дождливой и тёплой погоде задержка с подъёмом на пять-семь дней может привести к снижению ценности тресты почти вдвое.

В среднем в третьей декаде августа и первой декаде сентября доля дней, когда погодная ситуация не позволяет осуществлять подъём сухой тресты, составляет 42%. В первой половине октября она возрастает до 60% [9]. Если в хозяйстве имеются в наличии четыре рулонных пресс-подборщика для работы на 100 га уборочной площади, то их суммарная производительность составит 16 га в смену, тогда при обычной погодной ситуации есть возможность обеспечить своевременный подъём сухой тресты. Для выполнения этой работы потребуется шесть дней с благоприятной погодой. Поскольку из-за раз-

Затраты на выполнение технологических операций первого этапа уборки льна-долгунца и сумма денежных средств от ожидаемых потерь волокна и семян при использовании различных вариантов технологий производства (при урожайности льноволокна 10 ц/га, семян – 5 ц/га)

Технологии	Затраты на технологические операции, тыс. руб/га			Размер денежных средств от ожидаемых потерь урожая, тыс. руб/га		Суммарные затраты на производство и от ожидаемых потерь, тыс. руб/га
	теребление или комбайновая уборка	очёс лент	транспортировка, сушка и доработка семенной части урожая	волокно	семена	
Раздельная уборка в ранней жёлтой спелости	4,2	7	6,3	-	5	22,5
Комбайновая уборка в жёлтой спелости	5,9	-	9,6	8,6	-	24,1
Комбайновая уборка в полной спелости	5,9	-	3,5	17,2	2	28,6
Комбайновая уборка в ранней жёлтой спелости без сбора семенных коробочек	5,4	-	-	-	10	15,4

личий в периодах созревания льна на разных участках сроки теребления или комбайновой уборки также растягиваются примерно на десять дней и вылежка тресты наступает в разные сроки, то существенной задержки с её подъёмом при обычных погодных условиях не предполагается.

Опасность перелёжки тресты появляется в случае наступления в критический отрезок времени длительных периодов дождливой погоды (семь дней и более). При этом качество и ценность неподнятой тресты снижаются и, кроме того, завершается процесс вылежки на других участках, что требует после прекращения дождей ускорения темпов подъёма. Однако значительных проблем с сохранением качества тресты чаще всего не возникает. Дело в том, что негативному воздействию неблагоприятных внешних условий подвергается лишь часть уборочной площади, на которой завершился процесс вылежки и которая на момент ухудшения погоды оказалась неподнятой. При наступлении благоприятной погоды вылежавшаяся треста при наличии достаточного числа пресс-подборщиков будет поднята в приемлемые сроки.

Ускорять темпы подъёма за счёт увеличения времени работы пресс-подборщиков и подъёма части тресты повышенной влажности нецелесообразно, поскольку искусственная сушка рулонов тресты ведёт к росту её себестоимости более чем на 20%. Выгоднее ускорить темпы работы за счёт привлечения дополнительных пресс-подборщиков.

Довольно редко, но бывают ситуации, когда периоды неблагоприятной погоды продолжаются 10-15 дней. Снижение качества льнотресты в этих случаях оказывается неизбежным и наличие пунктов для сушки рулонов тресты не может что-либо изменить, поскольку тресту высокой влажности невозможно собрать в рулоны. Поэтому пункты для сушки рулонов тресты повышенной влажности нет необходимости включать в систему льноуборочных машин.

Узким местом в технологическом процессе уборки льна-долгунца является высокая потребность в транспортных средствах для перевозки рулонов тресты в день подъёма к местам складирования. Наилучшим вариантом решения этой проблемы является временное их складирование в поле с использованием транспортировщика ТРН-2 и погрузчика ПРУ-0,5 при обеспечении надёжной гидроизоляции штабелей плёночными материалами.

Выводы

1. Современная система машин и технологий для уборки льна-долгунца требует совершенствования в связи с изменением экономических условий производства и новыми задачами отрасли по повышению качества и конкурентоспособности отечественной льнопродукции.

2. Основным требованием к современной системе льноуборочных машин является достаточный уровень обеспеченности льносеющих хозяйств специализированными техническими средствами, позволяющий выполнять весь комплекс технологических операций в оптимальные сроки. Состав парка льноуборочных машин в масштабе хозяйства должен обеспечивать возможность применения как комбайновой, так и раздельной технологии в зависимости от производственных задач и погодной ситуации.

3. Для качественного совершенствования льноуборочных машин важным направлением является решение проблемы минимализации потерь льносемян. В этой связи актуальной задачей является создание самоходного льноуборочного комбайна с модулем «ОЗОН» для очёса семенных коробочек. Необходимо также конструктивное совершенствование подборщиков-очёсывателей лент льна и оборудования для сушки и переработки семенного вороха. Вместе с тем решение этих задач позволит обеспечить существенное повышение производительности труда и сокращение издержек.

Список использованных источников

1. **Ростовцев Р.А.** О состоянии, проблемах и перспективах обеспечения специализированной техникой льнокомплекса России // Вестник текстильлегпрома. 2018. С. 62-64.

2. **Ростовцев Р.А., Черников В.Г.** Приоритетные вопросы механизации современного льноводства // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2016: Инновационные разработки производства и переработки лубяных культур. С. 8-11.

3. **Лачуга Ю.Ф., Ковалёв М.М., Поздняков Б.А.** Повышение экономической эффективности технологизации инженерно-технической сферы льняного подкомплекса: рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 28 с.

4. **Измайлов А.Ю., Макаров В.А.** К вопросу обоснования технико-экономического уровня сельскохозяйственных машин и оборудования // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. № 6. С. 3-9.

5. **Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П.** Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2013. № 6. С. 6-10.

6. **Елизаров В.П., Бейлис В.М.** Проблемы создания инновационной системы технологий и машин для растениеводства // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 10. С. 10-12.

7. **Поздняков Б.А.** Повышение эффективности льноводства (теория, методология, практика): монография. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2010. 220 с.

8. **Ковалёв М.М., Колчина Л.М.** Технология и оборудование для производства и первичной переработки льна и конопли: справочник. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 184 с.

9. **Поздняков Б.А., Ковалёв М.М.** Организационно-экономические системы технологизации льняного комплекса: монография. Тверь: ГУПТО Тверская областная типография, 2006. 208 с.

Up-to-date Areas of Improving the System of Machines for Harvesting Fiber Flax

B.A. Pozdnyakov

(*Federal Scientific Center of Bast Crops*)

Summary. *The substantiation of the up-to-date areas for the formation of an improved system of machines for harvesting fiber flax that provides increased efficiency of the process is presented. It is shown that the improvement of the system of fiber flax harvesting machines is necessary to increase labor productivity, reduce seed losses and reduce operating costs by improving the design of flax tape pick-up and combing machines and equipment for drying and processing seed heaps.*

Keywords: *fiber flax, production conditions, system of harvesting machines, areas of improvement, efficiency factors.*

Информация

«День поля Липецк 2019»

20-21 июня 2019 г. на поле Областной Сортоиспытательной Станции в с. Брусланова Липецкой области прошла межрегиональная выставка – демонстрация «День поля Липецк 2019». Данное мероприятие состоялось при поддержке управления сельского хозяйства Липецкой области.

В выставке приняли участие более 50 компаний: производители и поставщики семян сельскохозяйственных культур, средств защиты растений, минеральных удобрений, оборудования для животноводства и техники для агропромышленного комплекса.

«День поля Липецк 2019» посетили главы районов и специалисты управления сельского хозяйства Липецкой области, руководители и специалисты районных управлений сельского хозяйства и агропромышленного комплекса Липецкой и областей Центрально-Черноземного региона.

На торжественном открытии выставки с приветственным словом выступили Председатель Липецкого областного Совета депутатов Павел Путилин, первый заместитель Главы администрации Липецкой области Николай Тагинцев и начальник областного управления сельского хозяйства по Липецкой области Олег Долгих.

Накануне открытия выставку посетил Врио главы администрации Липецкой области Игорь Артамонов, который осмотрел селекционные достижения зерновых и пропашных культур, орошение картофеля и овощей.

«Агропромышленный комплекс сегодня в числе наиболее технологичных и инновационных секторов областной экономики, – отмечает врио главы региона Игорь Артамонов. – Подобные агрофорумы способствуют дальнейшему развитию отрасли, налаживанию межрегиональных связей и продвижению новых технологий».

В ходе проведения выставки состоялась презентация образцов новейшей техники, и оборудования из Краснодарского края, Ростовской, Московской и Липецкой областей, республики Татарстан, Украины, Белоруссии, а также Франции и Германии. Глубокорыхлители, плуги, дисковые бороны, культиваторы, сеялки, посевные комплексы, разбрасыватели минеральных удобрений, полный комплекс кормозаготовительной техники: косилки, пресс-подборщики, зерноуборочные комбайны и зерноочистительные машины; тракторы – всего на выставке было представлено более 400 ед. техники и оборудования для агропромышленного комплекса.

Директор филиала ФГБУ «Госсорткомиссия» Липецкой ГСИС Александр Соловьев продемонстрировал более 1000 делянок конкурсного сортоиспытания современных высокоурожайных сортов и гибридов более 40 сельскохозяйственных культур, а также рассказал о работе по воплощению на станции программы по известкованию почв с внесением органических удобрений на сидеральных парах.

В рамках выставки прошел IV Среднерусский Зерновой форум, в котором приняли участие более 150 российских и зарубежных представителей всех звеньев технологического процесса зернового комплекса. По результатам обсуждения участники мероприятия внесли предложения в качестве мер по наращиванию рентабельного производства высококачественного зерна в стране.

Во время проведения выставки работала Конкурсная комиссия, по решению которой Золотыми медалями в различных номинациях были награждены десять компаний.

Генеральным спонсором выставки стала компания ООО «Липецкоблснаб», генеральным партнером – АО «Октябрьское», официальным спонсором – СК Липецккомплект, партнерами выставки – ООО «ЛипецкАгромир», ПАО «ГКЗ», ООО «Бизнес Маркет», ООО «АгроЦентрЛиски», официальным поставщиком удобрений – компания ФосАгро.

Организатор выставок-демонстраций: Выставочная фирма «Центр»

ПротеинТек
Форум и экспо

Уникальный специализированный форум и выставка по производству и использованию растительных и микробных протеинов, а также по глубокой переработке высокобелковых культур

Москва, отель Холидей Инн Лесная

25 сентября 2019

+7 (495) 585-5167 | info@proteintek.org | www.proteintek.org

ПроПротеин
Форум и экспо

Уникальный специализированный форум и выставка по производству и использованию животных протеинов (рыбная и мясокостная мука) и синтетических протеинов («мясо из пробирки»)

Москва, отель Холидей Инн Лесная

26 сентября 2019

+7 (495) 585-5167 | info@proprotein.org | www.proprotein.org

ПРИМУТ УЧАСТИЕ:

- Производители, импортеры и переработчики сои, подсолнечного шрота, гороха, рапса и других растительных протеинов.
- Производители концентратов и изолятов соевого белка, подсолнечника, гороха.
- Производители сухой барды, пивной дробины.
- Производители кормовых дрожжей.
- Производители кормового белка из метана (гаприн).
- Производители белков для функционального питания.
- Производители протеинов из насекомых.
- Производители и переработчики мяса и птицы.
- Производители, импортеры и переработчики рыбной и мясной муки.
- Переработчики пера, производители перьевой муки.
- Производители искуственного мяса («мясо из пробирки»).
- Убойные цеха и заводы мясокостной муки.
- Рыбные комбинаты и рыбхозы.

ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ РЕКЛАМЫ:

- ✓ Форум и выставка "ПротеинТек" и "ПроПротеин" привлекут в качестве участников владельцев и топ-менеджеров компаний, что обеспечит Вам, как спонсору, уникальные возможности для встречи с новыми клиентами;
- ✓ Большой выставочный зал будет удобным местом для размещения стенда Вашей компании;
- ✓ Выбор одного из спонсорских пакетов позволит Вам заявить о своей компании, продукции и услугах, и стать лидером быстрорастущего рынка

Трактор RSM 2375 Ростсельмаш

Почему его выбрали владельцы и что в итоге получили

Трактор RSM 2375 – мощный полноприводный шарнирно-сочлененный сельскохозяйственный тягач, сконструированный специально для больших объемов работ в сложных условиях. Настоящий «соратник» в борьбе за урожай – надежный и выносливый.

Выбирают эту машину предприятия, для которых важнейшими аргументами, помимо цены, остаются возможности тракторов, большой ресурс и высокая ремонтопригодность. В этом плане RSM 2375, бесспорно, привлекает.

Так, директор АО «Лесное» (Тюменская область) Юрий Бородин рассказал, что рассматривали множество предложений, хотели приобрести мощный, качественный тягач, подходящий под потребности предприятия. Остановились именно на RSM 2375. Одним из преимуществ, склонивших чашу весов в пользу трактора Ростсельмаш, стала спаренная резина. Ведь другие производители предлагают ее только в качестве опции.

Александр Виничук, заместитель главы одноименного К(Ф)Х из Омской области, говорит: «У трактора большой запас мощности и ресурс, он очень прост в управлении. В хозяйстве на весенних полевых операциях машина эксплуатировалась в круглосуточном режиме, успев дважды обработать пары и засеять выделенные ей площади». Помимо прочего, Александр отметил и качественное рабочее освещение. Немаловажным фактором стала для предприятия цена. «Машина стоит гораздо дешевле иностранных аналогов, приобретая которые, приходится переплачивать за дополнительную электронику, которая зачастую просто не нужна», – добавил Александр.

Директор филиала «Затоболье» ООО «Агрофирма КРиММ» Сергей Румянцев рассказал, что трактор очень удобен, отличается хорошими показателями, простыми, понятными алгоритмами управления, в кабине тихо.

Самые важные характеристики

Мощность двигателя трактора RSM 2375 – 375 л. с., запас крутящего момента – 49 %, вместимость топливного бака – 927 л. В базовой комплектации на тягач устанавливают МКПП Quadshift® III 12х4, опционально можно выбрать программируемую АКПП Powershift® 12х2. В зависимости от ширины рабочего агрегата машина потребляет горючего: на посеве – 5,5-8 л/га, на дисковании – порядка 6-7, на бороновании – от 1,5 л/га.

Предприятие поставляет трактор в следующих конфигурациях узла агрегатирования:

- тяговый поворотный брус 4 класса (палец 51 мм);
- тяговый брус + ВОМ 1 000 мин$^{-1}$;
- тяговый брус + трехточечное навесное устройство категории IIIW/IVN грузоподъемностью 5 900 кг с электронным позиционированием навесного оборудования;
- тяговый брус + ВОМ + «трехточка».

Спаренная резина шириной 520 или 710 мм – в базовой комплектации. Мосты машины изначально проектировались для работы со спаренными или строенными шинами, отличаются высокой надежностью, долговечностью и простотой обслуживания, в том числе за счет внешних бортовых редукторов. Для тракторов с «трехточкой» и шинами шириной 710 мм опционально доступен автопилот. Машина очень маневренная за счет уникального узла сочленения полурам. Спарка, центральное расположение бака обеспечивают снижение коэффициента пробуксовки до минимума.

Трактор способен тянуть 9-11-корпусный плуг, пружинную борону шириной захвата 21 м, дисковую – 11 м, посевной комплекс – 12 м, культиватор – 14 м и т.д. Работу с требовательными к гидравлике орудиями обеспечивает гидросистема производительностью 170 л/мин (200 бар).

Шумо- и пылеизолированная кабина – самая просторная в классе. Круговой обзор, климат-система, кресло на пневмоподвеске, регулируемая рулевая колонка… – по эргономике рабочее место оператора соответствует принятым в мире стандартам. Управление простое, интуитивно понятное. Показатели приборов, пиктограммы рычагов и клавиш легко считываются. Обслуживание максимально простое, все узлы и агрегаты – в прямом доступе, ЕТО занимает порядка 20 мин.

Гарантия производителя – до 2 лет, или 2 000 мото-ч. Ростсельмаш обеспечивает, пожалуй, самое дешевое техническое обслуживание на весь гарантийный период, которое проводится во всех сельскохозяйственных регионах Российской Федерации.

УДК 631. 353
DOI: 10.33267/2072-9642-2019-8-10-14

Усовершенствование технологии послеуборочной переработки зерна при реконструкции зерноочистительно-сушильного комплекса

П.А. Савиных,
д-р техн. наук, проф., зав. лабораторией,
peter.savinyh@mail.ru
Ю.В. Сычугов,
д-р техн. наук, ст. науч. сотр.,
priemnaya@fanc-sv.ru
В.А. Казаков,
канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
priemnaya@fanc-sv.ru
А.М. Мошонкин,
мл. науч. сотр.,
alex2103sandr@mail.ru
(ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока)

Аннотация. *Рассмотрены фракционная технология, технологическая линия и машины для послеуборочной обработки зерна и получения плющёного зернового корма непосредственно после обмолота зерна в поле на зерноочистительно-сушильных комплексах. Показано, что применение фракционной технологии переработки влажного фуражного зерна плющением на 25-30 % повышает производительность типового реконструируемого комплекса, а получаемый непосредственно на комплексе влажный плющёный зерновой корм имеет высокие потребительские качества и низкую себестоимость.*

Ключевые слова: *технология, эффективность, корм, затраты, зерно, плющение.*

Постановка проблемы

Из отечественной и мировой практики известно, что зерновые культуры возделываются в зависимости от назначения на семена (20%), продовольственное зерно (40%) и зернофураж (на кормовые цели) (40%), и в таком соотношении зерновой материал после обмолота доводится по существующим технологиям до необходимых требований на пунктах послеуборочной обработки зерна (ПОЗ) [1]. Если получение семенного и продовольственного зерна как готового продукта возможно на существующих ПОЗ, то фуражное зерно для использования его на скармливание требует проведения дополнительных операций в технологических линиях кормоцехов, таких как дробление или плющение соответствующими машинами. Развитие технологий послеуборочной обработки зерна предполагает переработку зернового материала с учетом его целевого назначения и, исходя из возможностей, получение конечного (готового) продукта – зернового корма – на ранних стадиях переработки, например, на пунктах послеуборочной обработки зерна сразу после его обмолота в поле с целью минимизации затрат на производство. Проблему применения целевых технологий и машин послеуборочной обработки поступающего с поля зернового вороха после обмолота комбайнами на пунктах ПОЗ, приводящих к значительному повышению эффективности всей отрасли производства зерна, возможно решить за счёт реконструкции зерноочистительно-сушильных комплексов, их технологических линий и технических средств для исполнения данных технологий.

В настоящее время на пунктах послеуборочной обработки зерна применяются следующие технологии: традиционная поточная технология обработки зерна; поточная технология обработки зерна с его отлёжкой; двухэтапная технология; технология с использованием части посевов зерновых культур на кормовые цели (зерносенаж); фракционная технология [2].

Поточная технология обработки зерна предполагает все операции предварительной очистки, сушки, последующей очистки и сортирования зерна производить в потоке. Данная технология требует согласования машин и зерносушилок по произво-

дительности и наличию компенсирующих бункеров для повышения надежности технологического процесса.

Поточная технология обработки зерна *с отлежкой* увеличивает пропускную способность сушилки, позволяет уменьшить вместимость приемных бункеров для влажного зерна и улучшить условия его хранения. По этой технологии влажное зерно, пройдя предварительную очистку, поступает в сушилку непрерывного действия (шахтную), где его влажность уменьшается на 3-6 %. Подсушенное зерно направляется в вентилируемые бункеры, откуда в ночное время возвращается в сушилку для досушивания, а затем подается на очистку.

Двухэтапная технология (технология с отсроченной вторичной очисткой) послеуборочной обработки зерна позволяет увеличить пропускную способность зерноочистительной линии. Вторичная очистка технологически не связана с линией обработки зернового вороха и осуществляется в течение зимнего периода [1].

Технология *использования части посевов* зерновых культур *на кормовые цели* [3] применяется для приготовления зерносенажа. При его производстве используются смешанные или раздельные посевы зерновых и зернобобовых культур в фазе молочно-восковой спелости, уборка которых проводится кормоуборочными комбайнами без подсушивания массы в прокосах или в валках.

Фракционная технология с выделением фуражной фракции на стадии предварительной очистки отличается от ранее рассмотренных тем, что выделение фуражной фракции осуществляется до сушки. В процессе предварительной очистки из зернового вороха выделяют 10-25 % зерна (мелкое, щуплое, биологически неполноценное), которое обрабатывают на специализированных пунктах – высушивают в более жестком температурном режиме на агрегатах АВМ, барабанных сушилках или консервируют. И в том и в другом случае для получения готового корма зерно должно дополнительно обрабатываться (сушка зерна, дробление высушенного зерна, приготовление комбикорма, консервирование влажного зерна с последующим хранением и переработкой и т.д.).

Анализ технологий обработки и переработки зерна показывает, что существующие пункты и комплексы послеуборочной обработки зерна не обеспечивают его глубокую переработку, в частности, производство концентрированных кормов для животноводства, непосредственно пригодных к скармливанию. Требуются реконструкция комплексов и оснащение их новым оборудованием для осуществления кормоприготовительных технологий.

Цель исследований – разработка новой технологии послеуборочной обработки и переработки зерна на пунктах ПОЗ, схемы размещения машин и оборудования для осуществления данной технологии на зерноочистительно-сушильном комплексе, процесса переработки зерна на реконструированном комплексе.

Материалы и методы исследования

В программу исследований входят: разработка новой схемы размещения оборудования линии послеуборочной обработки и переработки зерна на реконструируемом зерноочистительно-сушильном комплексе. Осуществляемая линией технология даст возможность получения на ней готового к скармливанию различным группам сельскохозяйственных животных зернового корма – плющёного зерна. Новизна технологического процесса основана на использовании фракционной технологии послеуборочной обработки и плющения зерна.

В результате анализа научно-технической литературы и проведения патентного поиска по исследуемой тематике в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока разработаны фракционная технология [4-6] и технологическая линия послеуборочной обработки зерна и получения плющёного зернового корма непосредственно после обмолота зерна в поле на ПОЗ (рис. 1), которая заключается в следующем.

Зерновой ворох из завальной ямы (ЗЯ) подается в машину предварительной очистки (МПО), где очищается от примесей дважды (воздушным потоком и на решетных станах), а также разделяется на основную (60-70% по массе от входящего зернового вороха), фуражную (25-35%) фракции и отходы (5-10%). Основная фракция – полноценное зерно по зернопроводам подается в бункер резерва влажного зерна (БРВЗ), дальнейшая обработка которого проводится по существующим поточным технологиям. Выделенное и очищенное машиной предвари-

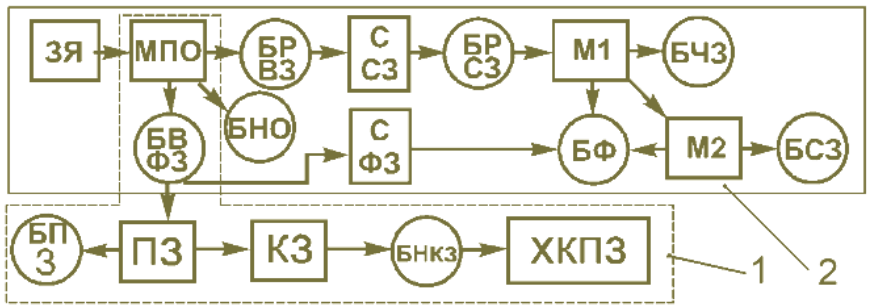


Рис. 1. Схема послеуборочной переработки зерна с технологией плющения и консервирования фуражного зерна:
1 – плющение фуражного зерна; 2 – фракционная технология обработки зерна с выделением фуражной фракции на стадии предварительной очистки;
ЗЯ – завальная яма; МПО – машина предварительной очистки зерна с выделением фуражной фракции; ССЗ, СФЗ – сушилки;
М 1, М 2 – машины очистки зерна; ПЗ – плющилка; БВФЗ, БНО, БРВЗ, БРСЗ, БФ, БЧЗ, БСЗ – зерновые бункеры; БПЗ, БНКЗ – бункеры плющеного консервированного зерна; КЗ – машина для консервирования зерна;
ХКПЗ – хранилище плющеного консервированного зерна

тельной очистки фуражное зерно из бункера (БВФЗ) по зернопроводам подается на плющение с консервированием (КЗ) (для влажного зерна), которое обеспечивается машинами приготовления концентрированных кормов – *плющилками* (ПЗ) [7-9]. Плющеное зерно подается через бункер-накопитель (БПЗ) на скармливание животным или для закладки на герметичное хранение (ХКПЗ) до скармливания.

Результаты исследований и обсуждение

Проведена реконструкция зерносемяочистительно-сушильного комплекса отделения «Каринка» АО «Агрофирма «Дороничи» (с. Каринка Кирово-Чепецкого района Кировской области), которая предусматривает техническое перевооружение существующей зерновой линии для приема, сушки и очистки семян зерновых и зернобобовых культур и добавление новой опции – возможность получения готового зернового корма – плющёного зерна (сухого или влажного) непосредственно в помещениях комплекса сразу после предварительной очистки зернового вороха, поступающего на ПОЗ с поля после обмолота комбайнами.

Технологическая схема линии послеуборочной обработки и переработки зерна на комплексе представлена на рис. 2 и состоит из следующего оборудования.

Отделение приема зерновой линии находится за пределами помещений комплекса и состоит из приемника вороха *1* со скребковым отгрузочным транспортером, разгрузочной площадки *2* с тремя пандусами *3*, *4*, *5* (поз. 5 на рисунке не показана) для бокового заезда и сквозного проезда автотранспорта, навеса и нории НПЗ-50 (*6*). Отделение очистки семенного зерна размещено в здании агрегата ЗАВ-20 и на пристроенном к нему бункере *7* с навесом для сбора неиспользуемых (сырых) отходов. На участках предварительной очистки зерна установлена универсальная зерноочистительная машина МЗУ-20Д (*8*) [10-12], с возможностью работать как в обычном режиме очистки зерна от примесей, так и во фракционном. Вторичная очистка зерна осуществляется машиной К547А10 (*9*) и триерным блоком К236А (*10*). Зерно и его фракции перемещаются нориями *11-13* и двумя скребковыми транспортёрами *14* и *15* отходов. Получение зернового корма осуществляется плющилкой зерна *16*, загружаемой фуражным зерном: влажным – из машины *8*, сухим – из машин *9* и *10* через промежуточный бункер *17*; плющёный корм подаётся в бункер-накопитель *18* транспортёром *19*.

В состав отделения сушки очищенного зерна входят нория НПЗ-50 (*13*), четыре сушилки *20* с загрузочным скребковым транспортёром *21*, четырьмя выгрузными *22* и одним отгрузочным *23* ленточными конвейерами. Нагрев воздуха осуществляют четыре топочных агрегата ТАУ-0,75А с газовыми горелками АБГ-Г-1,25Д, которые подключены к сушилкам.

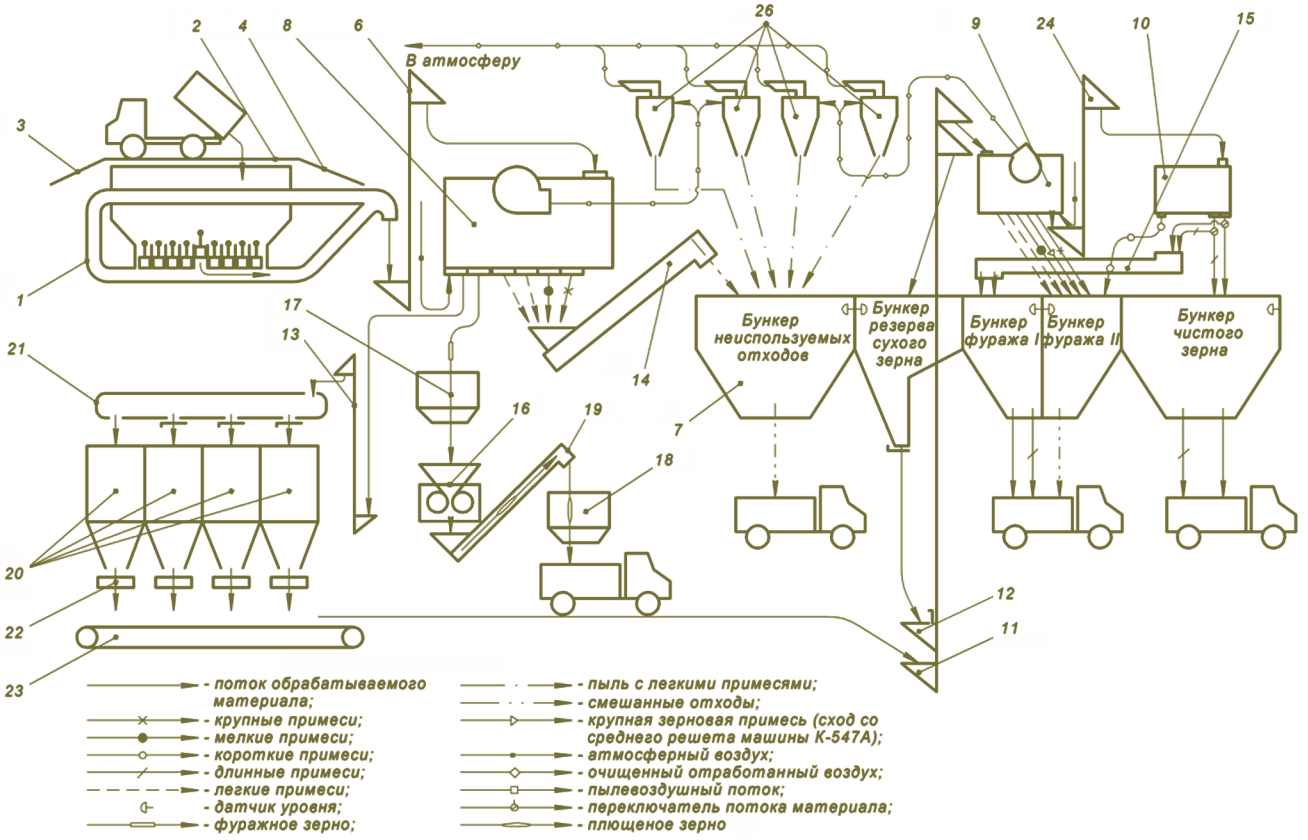


Рис. 2. Технологическая схема послеуборочной обработки и переработки зерна на реконструируемом комплексе

Технологический процесс осуществляется следующим образом. Поступающий на предприятие зерновой ворох автосамосвалами с боковой разгрузкой разгружается в приемник вороха *1*, который представляет собой открытый сверху загрузочный бункер с отгрузочным скребковым транспортёром.

Нижняя рабочая ветвь отгрузочного транспортера расположена в нижней части загрузочного бункера приемника со стороны противоположно разгрузочной площадки *2* и имеет горизонтальный приемник и наклонный разгрузочный участок, расположенные в лотках со съемными боковыми щитами и крышками. Над нижней рабочей ветвью расположена наклонная стена загрузочного бункера с 16 выгрузными окнами, разделенными между собой направляющими, в которых установлены шиберные заслонки, подвешенные на короткозвенных цепях. Холостая ветвь имеет горизонтальный и вертикальный участки. Горизонтальный участок холостой ветви расположен в верхней части транспортера и проходит внутри загрузочного бункера в закрытом коробе, а вертикальный – снаружи задней торцевой стенки бункера и снабжен съемной крышкой и натяжными винтами. Привод скребкового транспортера состоит из электродвигателя, цепной и клиноременной передач и расположен в конце наклонного участка рабочей ветви транспортера.

Съемные боковые щиты соединены между собой поверху запорами и снимаются с лотка на время очистки нижней рабочей ветви транспортера при смене культур. Открытый лоток прочищают веником или промышленным пылесосом.

Производительность отгрузочного скребкового транспортера приемника вороха *1* регулируют количеством открытых выгрузных окон загрузочного бункера и величиной открытия их шиберных заслонок. Во избежание перегрузки нории *6* рекомендуется открывать выгрузные окна последовательно по одному по мере полного опорожнения секций бункера.

Степень открытия шиберных заслонок регулируют изменением длины подвеса цепей. Рекомендуется при выгрузке хорошо сыпучего вороха заслонки в выгрузных окнах выставлять в положение, соответствующее необходимой пропускной способности, и далее не регулировать до смены культуры. Выгрузка влажного, плохо сыпучего вороха осуществляется поочередно через одно или несколько выгрузных окон, открытых на более значительную высоту. Остальные окна необходимо закрыть.

Зерновое сырье из приемника вороха *1* норией *6* подается в универсальную зерноочистительную машину МЗУ-20Д (*8*). В обычном режиме машина работает следующим образом. Крупные и мелкие примеси от сепарации на машине *8* скребковым транспортером *14* направляются в бункер *7* неиспользуемых (сырых) отходов, а очищенный материал посредством зернопровода, нории *13* и загрузочного скребкового транспортера *21* подается на одну из Тюменских сушилок *20*. Тюменские сушилки состоят из надсушильного бункера, сушильной и подсушильной камер, разделенных между собой наклонным сетчатым полом. По длине каждой сушилки материал равномерно распределяется растаскивающим скребковым транспортером, установленным вдоль ее надсушильного бункера, создающего компенсационный запас и ровный слой материала в сушильной камере. Заполненная сушилка *20* продувается теплоносителем, поступающим от топочного агрегата ТАУ-0,75. Теплоноситель равномерно пронизывает находящийся на сетчатом полу слой материала и высушивает его. Высушенный материал из сушильной камеры выгружается в подсушильную, где охлаждается, а затем посредством выгрузного *22* и собирающего *23* ленточных конвейеров выводится и отправляется в правый поток двухпоточной нории *11*, а с него – в бункер резерва сухого зерна, расположенный в здании ЗАВ-20 под машиной *8*. Из бункера резерва сухой материал дозированно подается в левый поток нории *11*, а с него – на вторичную очистку в машину К547А1 (*9*).

Крупные, в том числе зерновые, и мелкие примеси из машины *9* самотеком выводятся в расположенный под ней бункер фуража II, а очищенный материал посредством нории *24* – на триерную очистку в триер К236А (*43*).

Выделенные на триере *10* короткие примеси самотеком направляются в бункер фуража *II*, а длинные примеси – скребковым транспортером *25* в бункер фуража *I*. Очищенное семенное зерно из триера самотеком поступает в расположенный под ним бункер чистого зерна. В случае обработки на линии семян овса предусмотрена возможность переключения потоков материала на входе их в скребковый транспортер *25*. В этом случае овес пойдет в бункер фуража I, а примеси – в бункер чистого зерна.

Легкие примеси с пылью, выделенные вентиляторами машин МЗУ-20Д и К547А10, отводятся через циклоны *26* в бункер *7* неиспользуемых (сырых) отходов.

Очищенный отработанный воздух из циклонов *26* выбрасывается в атмосферу за пределы здания. Чистые семена, фуражные фракции и неиспользуемые отходы из бункеров вывозятся автотранспортом.

Если универсальная зерноочистительная машина МЗУ-20Д (*8*) настроена на фракционный режим работы, то к технологическому процессу послеуборочной сушки и сортирования зерна на ПОЗ добавляется получение готового зернового корма для различных групп сельскохозяйственных животных – влажного плющёного зерна. Осуществляется данный процесс следующим образом. Зерновой ворох, подаваемый норией *6* в универсальную зерноочистительную машину МЗУ-20Д (*8*), очищается от примесей воздушным потоком и на решетных станах, а также разделяется на основную (полноценное зерно) (60-70%), фуражную (25-35%) фракции и отходы (5-10%). Полноценное зерно зернопроводом, норией *13* и загрузочным транспортером *21* подается на сушку в Тюменскую сушилку *20*, затем сортируется машинами *9* и *10*, т.е. обрабатывается по известной поточной технологии. Неиспользуемые отходы и примеси от сепарации

на машине *8* направляются в бункер *7*, откуда утилизируются. Выделенное и очищенное машиной МВО-20Д влажное фуражное зерно из бункера зернопроводами подается через промежуточный *17* бункер на *плющение* с консервированием (для влажного зерна) плющилкой зерна *16*, одно- и двухступенчатой [7, 8]. Плющеное зерно подается в бункер-накопитель *18* транспортёром *19* и из него вывозится автотранспортом непосредственно на скармливание животным или для закладки на герметичное хранение до скармливания. Применение *фракционной технологии переработки влажного фуражного зерна плющением* как минимум на 25-30% повышает производительность комплекса, так как влажное фуражное зерно, выделенное машиной МВО-20Д, не нужно подвергать сушке, как правило, определяющей производительность всего ПОЗ. Кроме того, получаемый непосредственно на комплексе влажный плющёный зерновой корм имеет высокие потребительские качества и низкую себестоимость.

Выводы

1. Разработаны фракционная технология, технологическая линия и машины послеуборочной обработки зерна и получения плющёного зернового корма непосредственно после обмолота зерна в поле на ПОЗ, с учётом которых проведена реконструкция зерноочистительно-сушильного комплекса.

2. Применение фракционной технологии переработки влажного фуражного зерна плющением на 25-30% повышает производительность типового реконструируемого комплекса, а получаемый непосредственно на комплексе влажный плющёный зерновой корм имеет высокие потребительские качества и низкую себестоимость.

Список использованных источников

1. Концепция развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства Северо-Восточного региона европейской части России на 2002-2010 гг. / Сысуев В.А., Кряжков В.М., Сыроватка В.И. [и др.]. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2002. 136 с.

2. **Бурков А.И., Андреев В.Л., Машковцев М.Ф.** Реконструкция типовых зерноочистительно-сушильных комплексов. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. 2 с.

3. **Леушин С.В., Сечин В.А.** Зерносенаж в кормлении животных // Молочное и мясное скотоводство. 1998. № 6/7. С. 2-4.

4. **Пилипенко А.Н.** Обоснование технологии переработки влажного зерна // Науч. тр. Вып. 9. Киев: ВНИИживмаш, 1984: Исследование и конструирование машин для животноводства и кормопроизводства. С. 18-21.

5. **Перекопский А.Н., Гудков Д.А., Баранов Л.Н.** Технологические схемы уборки фуражного зерна с последующим плющением и консервированием // Матер. 2-й Междунар. науч.- практ. конф. «Земледельческая механика в растениеводстве». М.: ВИМ, 2003. Т. 148: Механизация уборки, послеуборочной обработки и хранения. С. 33-37.

6. Способ для фракционирования и последующего плющения зернового материала и устройства для его осуществления: пат. 2371262 Рос. Федерация: С1 МПК B07B 9/00, B07B 4/02, B02C 4/06 / В.А. Сысуев, П.А. Савиных, В.А. Казаков, Н.П. Сычугов, Ю.В. Сычугов; заявитель и патентообладатель Государственное учреждение Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого. № 2008103297; заявл. 28.01.2008; опубл. 27.10.2009, Бюл. № 30. 12 с.

7. Вальцовая плющилка зерна: пат. 2511308 Рос. Федерация: МПК B02C 4/06. / В.А. Сысуев, П.А. Савиных, В.А. Казаков, А.Ю. Исупов; заявитель и патентообладатель Государственное учреждение Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого. № 2012130115/13; заявл. 16.07.2012; опубл. 10.04.2014, Бюл. № 10. 5 с.

8. **Казаков В.А., Мошонкин А.М.** Усовершенствование питающего устройства двухступенчатой плющилки зерна // Сб. матер. Всеросс. науч.-метод. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию ак. Д.К. Беляева. Т. 3. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2017: Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России. С. 75-79.

9. **Савиных П.А., Казаков В.А.** Новая плющилка для производства зерновых кормов // Вестник Марийского гос. университета. 2015. № 2. С. 44-48.

10. **Савиных П.А., Сычугов Ю.В., Казаков В.А.** Экспериментальные исследования универсальной зерноочистительной машины // Экология и сельскохозяйственные технологии: агроинженерные решения: Матер. 7-й Междунар. науч.-практ. конф. Т. 2. СПб, 2011: Экологические аспекты производства продукции растениеводства. С. 120-125.

11. **Сысуев В.А., Казаков В.А.** Новые технологии послеуборочной переработки зерна и получения высококачественных кормов для животноводства // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 5. С. 73-79.

12. **Сысуев В.А., Савиных П.А., Сычугов Ю.В.** Новые экологически безопасные технологии и технические средства для механизации животноводства и растениеводства Евро-Северо-Востока России // Матер. Междунар. агроэкологического форума. Т. 1. СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2013: Общие проблемы и направления обеспечения экологически безопасного, энергоресурсосберегающего производства сельскохозяйственной продукции и устойчивого развития сельских территорий. С. 52-58.

Improvement of the Post-harvest Grain Processing Process During the Recon-struction of a Grain-cleaning and Drying Facilities

P.A. Savinykh, Yu.V. Sychugov, V.A. Kazakov, A.M. Moshonkin

(Federal Agrarian Scientific Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky)

Summary. *Fractional technology, a processing line and machines for post-harvest processing of grain and obtaining rolled grain feed directly after threshing grain in the field at grain cleaning and drying facilities are described. It is shown that the use of fractional technology for processing of wet fodder grain increases by 25-30% the productivity of standard facilities to be reconstructed, and the wet rolled grain feed obtained directly at the facilities has high consumer qualities and low cost.*

Keywords: *technology, efficiency, feed, costs, grain, rolling.*

УДК 631.311
DOI: 10.33267/2072-9642-2019-8-15-18

Обоснование параметров комкоразрушающего битерного барабана машины для предпосадочной подготовки почвы к комбайновой уборке картофеля

П.И. Гаджиев,
д-р техн. наук, проф.,
pgadjiev@yandex.ru
(ФГБОУ ВО РГАЗУ);
М.С. Шикалов,
аспирант,
m.shikalov@mcx.ru
Г.Г. Рамазанова,
канд. техн. наук, доц.,
gulbike@yandex.ru
А.И. Алексеев,
аспирант,
aleks87mo@rambler.ru
(ФГБОУ ВО РГАЗУ)

Аннотация. *Рассмотрены режимы работы комкоразрущающего битерного барабана машин для предпосадочной подготовки почвы к комбайновой уборке картофеля. Даны рациональные параметры установки экрана дополнительной системы разрушения комков относительно битера, а также режим работы битера.*

Ключевые слова: *обработка почвы, комкоразрущающее устройство, комбайновая уборка картофеля, угол подачи, экран.*

Постановка проблемы

С целью получения высококачественного отечественного семенного материала картофеля необходимо сформировать благоприятные условия для роста и развития его клубней. Для создания оптимального водно-воздушного и теплового режимов в почве при посадке картофеля необходимо соблюдать следующие требования: уменьшение зараженности пахотного слоя вредителями и болезнями; уничтожение сорняков; обеспечение рыхлого пахотного слоя [6].

Реализация указанных требований обеспечивается путем разрушения прочных почвенных комков динамическим способом с помощью комкоразрушающего битерного барабана машин для подготовки почвы. Этот способ подготовки почвы особенно актуален при возделывании картофеля в тяжелых почвенно-климатических условиях.

Цель исследований – обоснование параметров комкоразрушающего битерного барабана машины для подготовки почвы, предназначенного для улучшения динамического разрушения твердых почвенных комков.

Материалы и методы исследования

При предпосадочной подготовке почвы для выращивания картофеля выполняются следующие технологические операции [1, 5]:

1. Нарезка борозд (расстояние между ними равно колее трактора и кратно ширине захвата посадочных и уборочных машин).
2. Подкоп пласта почвы между бороздами и подача почвенной массы на элеваторы.
3. Рыхление и сепарация мелких почвенных комков.
4. Крошение прочных и крупных комков.
5. Укладка неразрушенных комков и камней в борозды.

Разрушение комков определяли степенью дробления по формуле

$$i = \frac{D}{d},$$

где D – первоначальный диаметр комка;

d – средневзвешенный диаметр частиц после разрушения.

Имеющиеся отечественные и зарубежные картофелеуборочные комбайны, оснащенные механическими и автоматическими способами отделения почвенных комков от клубней картофеля, не обеспечивают достаточный уровень чистоты в бункере.

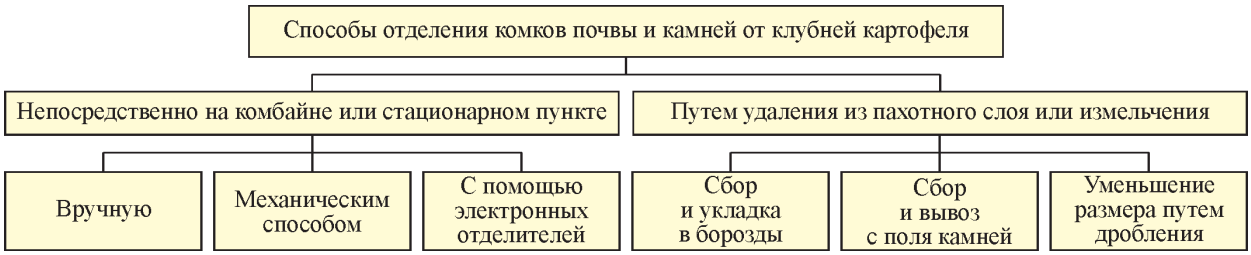


Рис. 1. Способы отделения комков почвы и камней от клубней

Показатели статистической прочности почвенных комков при различной влажности

Тип почвы (место испытания)	Влажность, %	Разрушающее усилие, Н
Легкая глина (опытное поле ВИХОМа)	16	117
	19,4	118
	22	120
	25,5	140
	29	197
Легкая глина (Московская область)	17,5	129
	30,7	142
	23,9	163
	26,4	168
Тяжелый суглинок (Московская область)	9,11	206
	13,15	133
	17,19	140
	21,23	145
	25,27	245

Способы отделения комков почвы и камней от клубней показаны на рис. 1 [2].

В основе выполненных исследований лежит способ отделения комков почвы от клубней картофеля и уменьшение их размера путем дробления перед посадкой данной культуры. Работа выполнена на примере машин для подготовки почвы, оборудованных специальным комкоразрушающим битерным барабаном.

Результаты исследований и обсуждение

Основное влияние на качество крошения почвенных комков оказывает их физико-механическая характеристика, к основным показателям которой относятся их фракционный состав и прочностные свойства (см. таблицу).

Наибольшее влияние на разрушение почвенных комков оказывают их влажность и скорость соударения. С уменьшением влажности возрастает степень дробления, а энергоемкость снижается. С повышением скорости удара степень дробления несколько снижается, а удельная энергоемкость возрастает. Минимальная скорость соударения, при которой происходит разрушение почвенного комка, равна 6-8 м/с [3].

Разрушение почвенных комков (до 80%) происходит при падении с высоты 1-1,5 м. Также до 80% почвенных комков тяжелой глины влажностью 17-22 % разрушаются при статическом сжатии силой 0,1-0,2 кН.

Рассмотрим движение комка почвы после удара битером (рис. 2).

Введём следующие обозначения:

R – расстояние между осью вращения барабана и осью подвеса битера, м;

L – расстояние между точкой приложения ударного импульса и осью подвеса, м;

ω – угловая скорость вращения барабана, рад/с;

t – время, с;

$v_к$ – скорость поступательного движения комка после удара битером, м/с.

При разрушении комков битерным барабаном часть комков приводится битерами в поступательное движение вдоль элеватора со скоростью, равной окружной скорости битеров.

Предположим, что вращающийся битер с угловой скоростью вращения ω встречает комок почвы массой M, при этом удар центральный и не вполне упругий. После удара комок почвы приобретает скорость $v_к$, определяемую равенством $v_к = \omega(R + l)$, вектор которой направлен под углом α к плоскости элеватора.

Проекции вектора скорости $\vec{v}_к$ комка почвы задаются формулами:

$$\begin{cases} v_x = v_к \cos\alpha \\ v_y = v_к \sin\alpha - gt. \end{cases} \quad (1)$$

Максимальная высота h, на которую может подняться комок почвы при поступательном движении со скоростью $v_к$:

$$h = \frac{v_k^2 sin^2\alpha}{2g}; \quad (2)$$

$$h = \frac{\omega^2 (R + l)^2 sin^2\alpha}{2g}. \quad (3)$$

Пусть на расстоянии r от оси вращения барабана и на высоте h_0 расположен экран шириной $b_{эк}$. Тогда максимальная высота h подъема комка почвы определится из выражения

$$h = h_0 + b_{эк}. \quad (4)$$

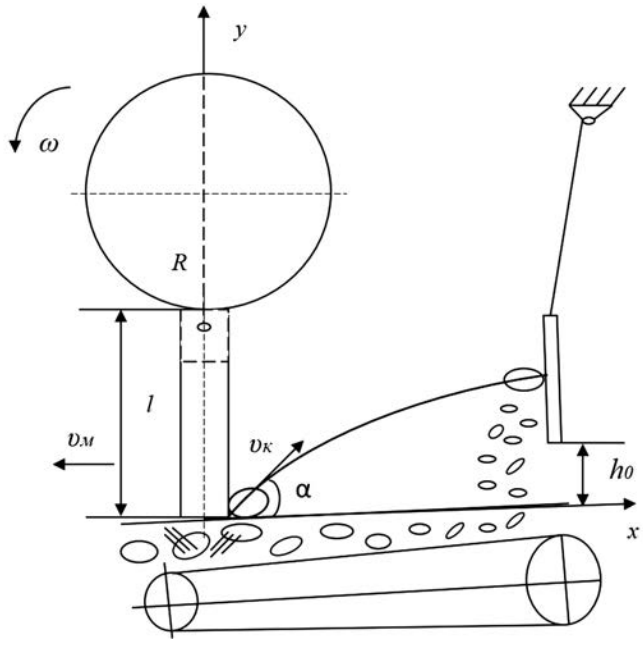


Рис. 2. Схема движения комка почвы при ударе битером

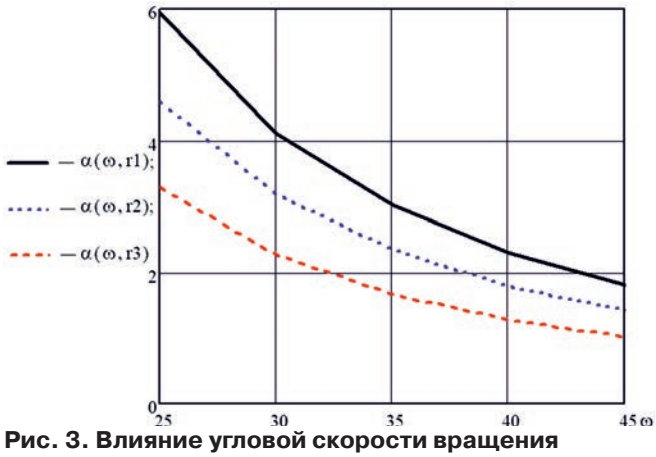


Рис. 3. Влияние угловой скорости вращения барабана ω на угол подачи комков:
1 – r = 0,45 м; 2 – r = 0,35 м; 3 – r = 0,25 м

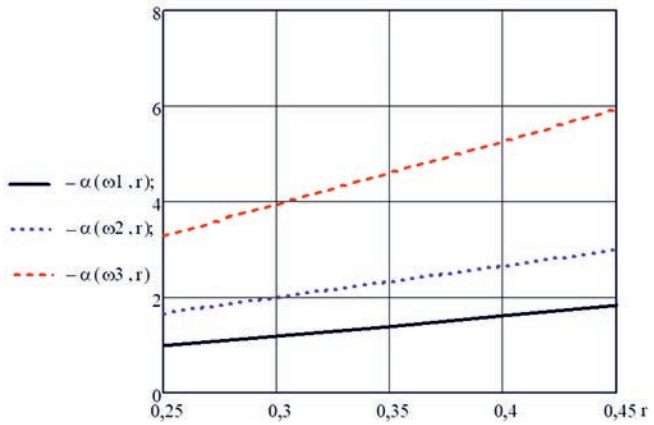


Рис. 4. Влияние расстояния r от битера до экрана на угол подачи комков:
1 – ω = 45 рад/с; 2 – ω = 35 рад/с; 3 – ω = 25 рад/с

При достижении комком почвы максимальной высоты подъема проекция вектора скорости $v_к$ = 0. Тогда из системы уравнений (1) получим, что время подъема до максимальной высоты определится из выражения

$$t = \frac{v_k \sin\alpha}{g},$$

а дальность полета при максимальной высоте по формуле

$$S_x = \frac{v_k^2 \sin 2\alpha}{2g}.$$

Предположив, что комок достигает максимальной высоты при ударе об экран, получаем следующее выражение:

$$\frac{v_k^2 \sin 2\alpha}{2g} = r. \qquad (5)$$

Из выражения (5) имеем:

$$r = \frac{\omega^2 (R+l)^2 \sin 2\alpha}{2g}. \qquad (6)$$

Считаем расстояния R = *0,138 м* и l = *0,124 м* заданными и неизменными. Тогда формула (6) позволяет определить угол подачи комка α в зависимости от угловой скорости вращения барабана w и расстояния r:

$$\alpha = \frac{1}{2} arcsin \frac{2gr}{\omega^2 (R+l)^2}.$$

Из зависимостей, представленных на рис. 3, следует, что при r = 0,45 м (расстояние от битера до экрана) рациональные значения угла α подачи комка почвы изменяются в пределах 1,8-6°.

Зная угол α подачи комка почвы, можно определить высоту h_0, на которую следует установить экран:

$$h_0 = r\,tg\alpha.$$

При изменении значения угла α подачи комка почвы от 1,8 до 6° значение h_0 изменяется в пределах 1,5-5 см (рис. 4).

В ходе исследований установлено, что рациональная степень крошения почвы i = *96,3 %* достигается при угловой скорости вращения битерного барабана ω = 40,8 рад/с и расстоянии от битера до экрана r = 0,45 м.

Полученные теоретические предпосылки подтверждены результатами экспериментальных данных [4], расхождения между ними составляют ±5%.

Выводы

1. Наибольшее влияние на разрушение почвенных комков оказывают их влажность и скорость соударения. С уменьшением влажности возрастает степень дробления комков, а энергоемкость их разрушения снижается. С повышением скорости удара степень дробления несколько снижается, а удельная энергоемкость разрушения возрастает. Минимальная скорость соударения, при которой происходит разрушение почвенного комка, равна 6-8 м/с.

2. При расстоянии от битера до экрана r = 0,45 м рациональные значения угла α подачи комка почвы изменяются в пределах 1,8-6°.

3. Установлено, что рациональная степень крошения почвы i = *96,3 %* достигается при угловой скорости вращения битерного барабана ω = 40,8 рад/с и расстоянии от битера до экрана r = 0,45 м.

Список использованных источников

1. **Гаджиев П.И., Рамазанова Г.Г., Алексеев А.И.** Машины для производства картофеля в тяжелых почвах // Матер. X Междунар. науч.-практ. конф. «Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК» («ИнформАгро-2018»). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. С. 230-234.

2. **Гаджиев П.И.** Подготовка полей под комбайновую уборку картофеля // Плодоовощное хозяйство. 1987. № 9. С. 14-18.

3. **Гаджиев П.И.** Технология и технические средства для подготовки тяжелых и каменистых почв к посадке и комбайновой уборке картофеля: монография. М.: Инфра-М, 2002. 159 с.

4. Исследование крошения почвы при ее предпосадочной подготовке к последующей комбайновой уборке картофеля / П.И. Гаджиев, М.С. Шикалов, Г.Г. Рамазанова, А.И. Алексеев // Техника и оборудование для села. 2019. № 4. С. 20-24.

5. **Петров Г.Д.** Картофелеуборочные машины. М.: Машиностроение. 1989. 320 с.

6. **Рамазанова Г.Г.** Параметры и режимы работы фрезы для предпосадочной обработки почвы под картофель: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. М., 2016. 132 с.

Substantiation of the Parameters of a Lump Crushing Beater Drum of a Machine for Preplanting Soil Preparation for Potato Combine Harvesting

P.I. Gadzhiev
(Russian State Agrarian Correspondence University);
M.S. Shikalov, G.G. Ramazanova, A.I. Alekseev
(Russian State Agrarian Correspondence University)

Summary. *The modes of operation of the lump crushing beater drum of machines for preplant soil preparation for harvesting potatoes are described. The rational parameters of the installation of a screen for an additional lump crushing system relative to the beater, as well as the operation mode of the beater, are discussed.*

Keywords: *tillage, lump breaker, potato combine harvesting, feed angle, screen.*

УДК 631.358:633.521
DOI: 10.33267/2072-9642-2019-8-19-22

Исследование нового очесывающего устройства льнокомбайна

Р.А. Ростовцев,
д-р техн. наук, проф. РАН, директор,
r.rostovcev@fnclk.ru
Д.А. Шишин,
науч. сотр.,
d.shishin@ fnclk.ru
Д.Г. Фадеев,
канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
d.fadeev@ fnclk.ru
С.В. Прокофьев,
науч. сотр.,
s.prokofiev@fnclk.ru
(ФГБНУ ФНЦ ЛК)

Аннотация. *Приведены результаты сравнительной агротехнической оценки серийного и нового очесывающих устройств льнокомбайна в полевых условиях, анализ которых показал, что новое очесывающее устройство за счёт изменённой формы зуба позволяет снизить содержание путанины в льноворохе в 2-2,5 раза, повысив при этом чистоту очеса.*

Ключевые слова: *лён, устройство, чистота очеса, содержание путанины, агротехническая оценка.*

Постановка проблемы

В настоящее время при уборке льна-долгунца в России и за рубежом на льноуборочных машинах применяют очесывающие устройства, основным рабочим органом которых является барабан с поступательным движением гребней, состоящих из набора зубьев [1-3].

Основным недостатком данных устройств является повышенное повреждение стеблей, что влечет за собой увеличение содержания путанины в льноворохе [4-6]. Это приводит к снижению качества и количества волокнистой продукции, повышению затрат на сушку, переработку и транспортировку льновороха. Кроме того, имеют место потери семян от недоочёса стеблей льна [7-9].

Анализ работы данных устройств показал, что указанные недостатки возникают в результате явления захлёстывания, при котором вершина стебля, несущая семенную массу, огибает рабочий орган, из-за чего происходит спутывание верхушек стеблей и последующий обрыв растений движущимся зубом [10, 11].

Цель исследований – снижение содержания путанины в льноворохе и повышение чистоты очеса очесывающим устройством льнокомбайна.

Материалы и методы исследования

В настоящее время в ФГБНУ ФНЦ ЛК проводятся работы по исследованию нового очесывающего устройства льнокомбайна [12], разработанного в ходе научно-исследовательской работы с целью снижения негативных последствий от явления захлестывания. В данном устройстве применяются гребни с зубьями изменённой формы. Новая форма зубьев позволяет при очесе лент льна разделять ленту стеблей на элементарные полосы и предотвращать их захлестывание [13, 14].

Работа выполняется в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-00853-19-00 (тема: «Разработать наукоемкие машинные технологии и технические средства для возделывания льна и получения высококачественной льнопродукции, обеспечивающие машинно-технологическую модернизацию отрасли льноводства на инновационной основе»).

Сравнительная агротехническая оценка серийного и нового очесывающих устройств была проведена в полевых условиях на опытных полях ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА» (рис. 1-2).

Исследования проводили методом планирования многофакторного эксперимента [15]. Суть исследований состояла в решении компромиссной задачи – варьируя значениями управляемых (переменных) факторов (частота вращения барабана и скорость движения агрегата) (табл. 1), найти условие протекания технологического процесса, при котором достигаются максимальная чистота очеса *Ч* и минимальное содержание путанины в льноворохе *П*, являющиеся критериями оптимизации. В данных условиях осуществлялся поиск компромисса между критериями оптимизации, так как на одну поверхность отклика накладывались ограничения другой.

В качестве исследуемого материала использовался лен-долгунец, характеристика которого приведена в табл. 2.

Агротехнические показатели определяли согласно ГОСТ 33734-2016 «Техника сельскохозяйственная. Комбайны и машины для уборки льна. Методы испытаний». Математическая обработка результатов эксперимен-

Таблица 1. Уровни варьирования переменных факторов

Фактор	Обозначение		Интервал варьирования	Уровни варьирования		
	натуральное	кодированное		нижний	нулевой	верхний
				-1	0	+1
Частота вращения очесывающего барабана, мин$^{-1}$	n	X_1	50	230	280	330
Скорость движения агрегата, км/ч	V	X_2	3	6	9	12

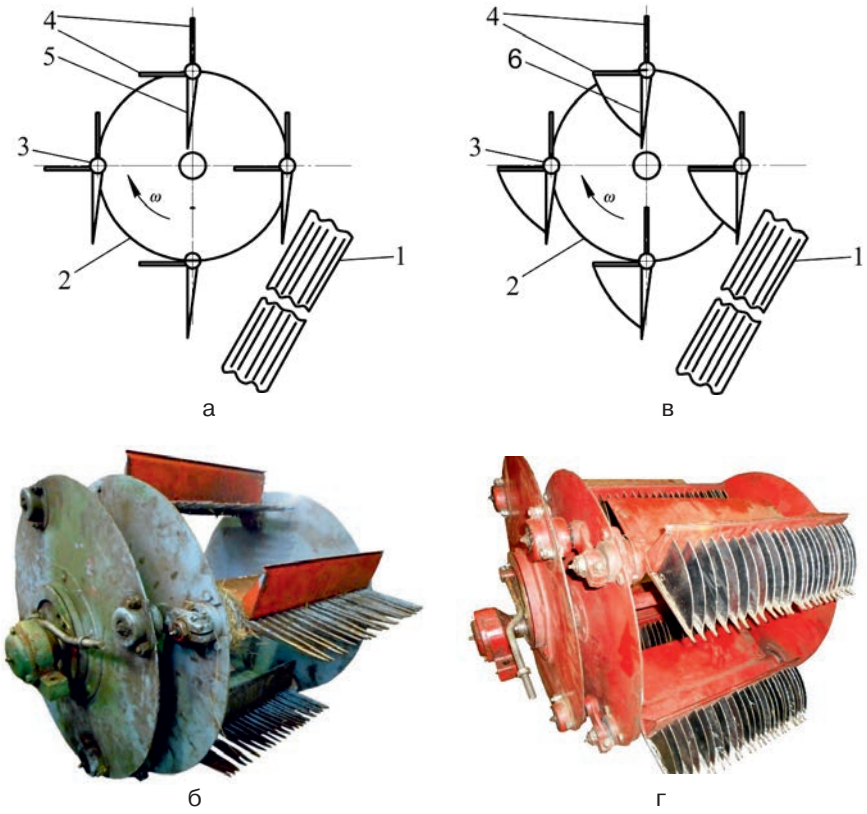


Рис. 1. Схемы и общий вид серийного и нового очесывающих устройств:
а – схема серийного очесывающего устройства;
б – общий вид серийного очесывающего устройства;
в – схема разработанного очесывающего устройства;
г – общий вид разработанного очесывающего устройства;
1 – зажимной транспортёр;
2 – барабан;
3 – гребень;
4 – лопасть;
5 – зуб;
6 – зуб изменённой формы

Рис. 2. Льноуборочный комбайн ЛК-4 с новым очесывающим устройством

Таблица 2. Характеристика льна при лабораторных испытаниях

Параметр	Значение
Влажность, %:	
коробочек	12
стеблей	55
Урожайность, т/га	
льносоломы	2,1
льносемян	0,313
Густота стеблестоя, шт/м²	1128
Средняя высота стеблестоя, см	82,5
Средний диаметр стеблей, мм	1,35
Зона расположения семенных коробочек в стеблестое, см	9,5

та проведена с помощью программ Stadia, Excel, Mathad.

Результаты исследований и обсуждение

В результате обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии (1), (3), характеризующие чистоту очёса для серийного и нового очёсывающих устройств соответственно, и (2), (4), характеризующие содержание путанины в льноворохе для серийного и нового очёсывающих устройств соответственно в зависимости от частоты вращения барабана и скорости движения агрегата:

● *серийное очесывающее устройство*:

$$Ч_С = 99{,}95 + 0{,}005\,X_1 + 0{,}00333\,X_2 + 0{,}00167\,X_1X_2 + 0{,}00167\,X_1^2 + 0{,}00167\,X_2^2; \quad (1)$$

$$П_с = 21{,}42 + 1{,}8\,X_1 - 0{,}5333\,X_2 + 0{,}8\,X_1X_2 - 5{,}4333\,X_1^2 + 5{,}167\,X_2^2; \quad (2)$$

● *новое очесывающее устройство:*

$$Ч_н = 99{,}97 + 0{,}0344\,X_1 - 0{,}015\,X_2 + 0{,}00367\,X_1X_2 - 0{,}0122\,X_1^2 + 0{,}0272\,X_2^2; \quad (3)$$

$$П_н = 17{,}9 + 1{,}67\,X_1 - 9{,}45\,X_2 + 0{,}075\,X_1X_2 + 2{,}5\,X_1^2 - 0{,}35\,X_2^2. \quad (4)$$

По данным уравнениям построены поверхности отклика, представленные на рис. 3 и 4.

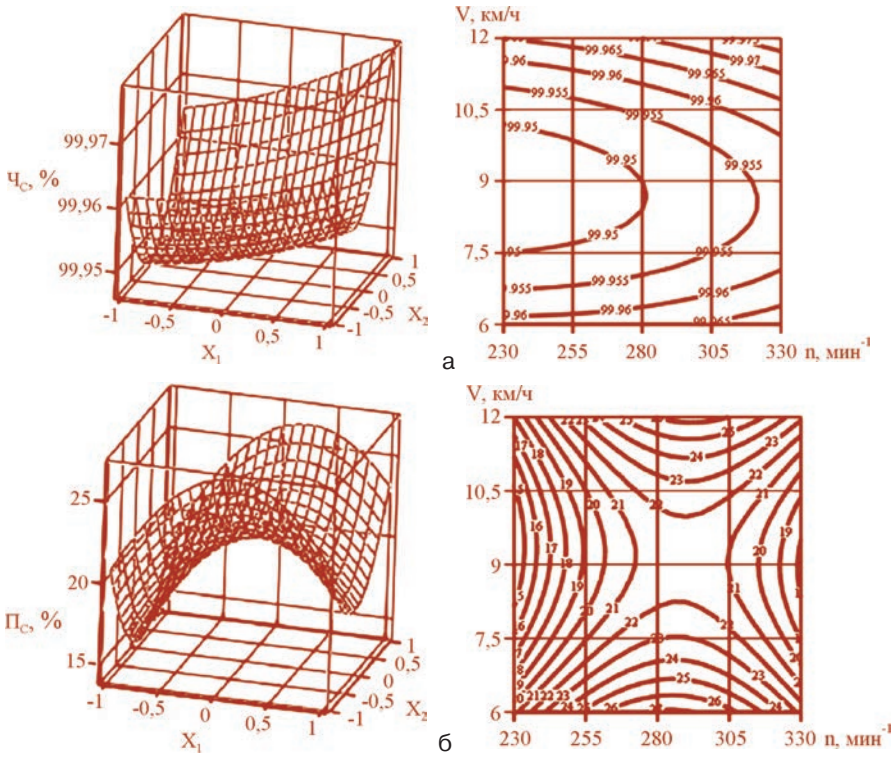


Рис. 3. Поверхности отклика и их двумерные сечения зависимости чистоты очеса *Ч* (а) и содержания путанины в льноворохе *П* (б) от частоты вращения барабана *n* и скорости движения агрегата *V* (серийное очесывающее устройство)

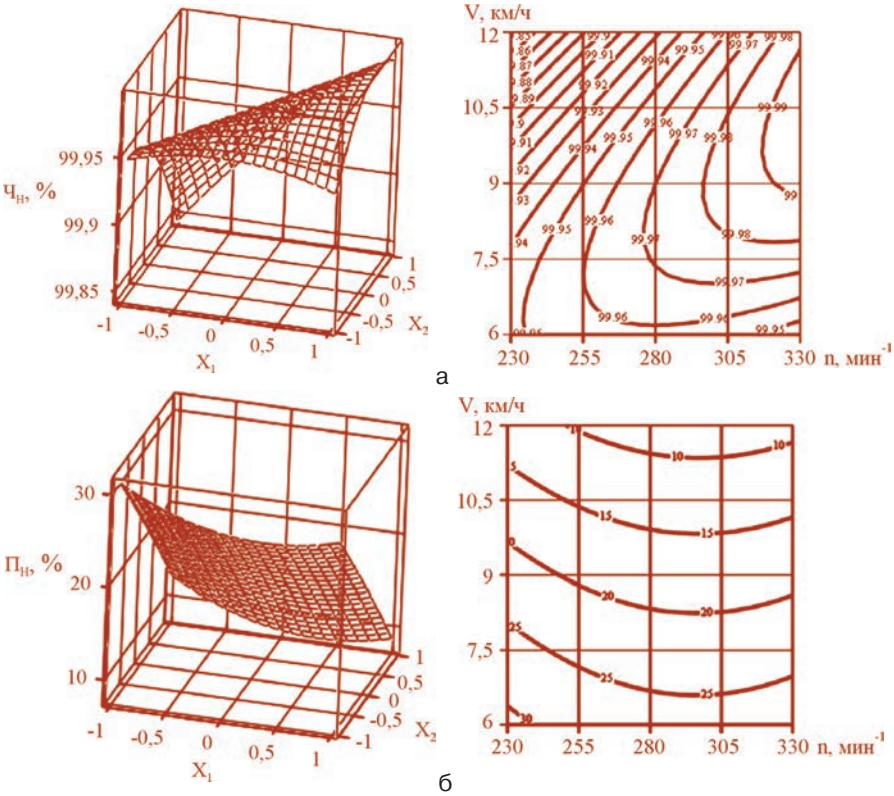


Рис. 4. Поверхности отклика и их двумерные сечения зависимости чистоты очеса *Ч* (а) и содержания путанины в льноворохе *П* (б) от частоты вращения барабана n и скорости движения агрегата *V* (новое очесывающее устройство)

Анализ зависимостей, представленных на рис. 3, показал, что максимальная чистота очеса серийного очесывающего устройства достигается при частоте вращения барабана 305-330 мин$^{-1}$, скорости движения агрегата 10,5-12 км/ч и составляет 99,96-99,97 %. При этом содержание путанины в льноворохе колеблется в пределах 22-23%.

Минимальное содержание путинины в льноворохе (16-17 %) серийное очесывающее устройство обеспечивает при частоте вращения барабана 230-255 мин$^{-1}$ и скорости движения агрегата 9-10,5 км/ч, при этом чистота очеса снижается до 99,92-99,94 %.

Новое очесывающее устройство (см. рис. 4) обеспечивает максимальную чистоту очеса (99,97-99,99%) при частоте вращения барабана 280-330 мин$^{-1}$ и скорости движения агрегата 10,5-12 км/ч. Содержание путанины в льноворохе составляет 10%, что в 2-2,5 раза меньше, чем при работе серийного устройства.

Выводы

1. Полевые испытания показали, что новое очесывающее устройство льнокомбайна обеспечивает повышение чистоты очеса лент льна.

2. Содержание путанины в льноворохе при работе нового очесывающего устройства в 2-2,5 раза ниже по сравнению с серийным.

Список использованных источников

1. **Ростовцев Р.А.** Повышение эффективности уборки льна-долгунца путем разработки технологических процессов и технических средств для их осуществления: дис. … д-ра техн. наук: 05.20.01. Тверь, 2010. 539 с.

2. **Галкин А.В.** Классификация и анализ схем очесывающих систем льноуборочных машин // Матер. междунар. науч.-практ. конф. Тверь: Тверская ГСХА, 2005: Актуальные проблемы аграрной науки и практики. С. 247-250.

3. **Галкин А.В.** Повышение эффективности льноуборочного комбайна путем совершенствования гребневого очесывающе-транспортирующего аппарата: дис. … канд. техн. наук: 05.20.01. Тверь, 2007. 239 с.

4. **Ковалев М.М., Галкин А.В.** Машинные технологии производства льнопродук-

ции и их эффективность // Инновационные процессы – основа модели стратегического развития АПК в XXI веке. Тверь: ТГСХА, 2011. С. 62-64.

5. **Большакова С.Р., Козьякова Н.Н.** Влияние способа уборки льна-долгунца на качественные показатели льносырья // Матер. Межд. науч.-практ. конф. Тверь: ФГБНУ ВНИИМЛ, 2017: Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур. С. 177-180.

6. **Тарлецкий А.Г., Галкин А.В., Голубев С.В.** Повышение качества работы льнокомбайна при использовании молотильно-сепарирующего устройства // Агротехника и энергообеспечение. 2018. № 3. С. 61-67.

7. **Галкин А.В., Фадеев Д.Г., Ущаповский И.В.** Исследование качественных характеристик льноволокна в зависимости от конструкции очесывающего аппарата // Вестник Мордовского университета. 2018. № 3. С. 389-399.

8. **Ковалев М.М., Галкин А.В.** Анализ процесса очеса стеблей барабаном с поступательно-круговым движением гребней // Достижения науки и техники АПК. 2006. № 4. С. 25-27.

9. Анализ работы аппаратов для отделения семян от стеблей при реализации технологий уборки льна-долгунца / Н.А. Смирнов, А.А. Лобачев, О.Н. Рымарь, Вакарчук С.И. // Матер. Межд. науч.-практ. конф. Тверь: ФГБНУ ВНИИМЛ, 2017: Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур. С. 213-216.

10. **Ковалев М.М., Галкин А.В., Фадеев Д.Г.** Анализ процесса очеса стеблей // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2010. № 8. С. 10-11.

11. **Ростовцев Р.А., Шишин Д.А.** К вопросу отделения семенной части урожая от стеблей // Сб. науч. трудов ВНИИМЛ. Тверь, 2014: Машинно-технологическая модернизация льняного агропромышленного комплекса на инновационной основе. С. 100-103.

12. Устройство для очёса стеблей льна: пат. № 2567904, Рос. Федерация: A01D45/06 / Ростовцев Р.А., Шишин Д.А.; заявители и патентообладатели ФГБОУ ВПО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия». № 2014138334; заявл. 22.09.2014; опубл. 10.11.15, Бюл. № 31. 6 с.

13. **Ростовцев Р.А., Шишин Д.А.** Повышение эффективности уборки льна // Матер. VIII Междунар. науч.-практ. конф. «Информ-Агро-2016». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016: Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК. С. 307-310.

14. **Ростовцев Р.А., Шишин Д.А.** Результаты испытаний нового очесывающего устройства лент льна // Техника и оборудование для села. 2017. № 11. С. 18-21.

15. **Кулаичев А.П.** Методы и средства комплексного анализа данных. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Форум: Инфра-М, 2006. 512 с.

Investigation of a New Flax Harvester Stripper

R.A. Rostovtsev, D.A. Shishin, D.G. Fadeev, S.V. Prokofiev

(Federal Scientific Center for Bast Crops)

Summary. *The results of a comparative agrotechnical field assessment of a serial stripper and a new one for a flax harvester are given, the analysis of which showed that the new stripper reduces 2-2.5 times the flax content in flax heel due to modified tooth shape while increasing the combing cleanness.*

Keywords: *flax, device, combing purity, cotted flax content, agrotechnical assessment.*

Информация

С начала 2019 года регионы России приобрели более 25 тысяч единиц сельхозтехники

6 августа первый заместитель Министра сельского хозяйства Джамбулат Хатуов провел селекторное совещание, посвященное поставкам сельскохозяйственной техники и оборудования в субъекты Российской Федерации. В ходе мероприятия руководители органов управления АПК отчитались о ситуации на местах.

Как отметил Джамбулат Хатуов, ведомством на постоянной основе проводится мониторинг приобретения техники в регионах.

По прогнозам, в текущем году субъекты планируют закупить 10,9 тыс. тракторов и 5,7 тыс. комбайнов. По состоянию на 6 августа приобретено уже 5,6 тыс. тракторов, 2,5 тыс. комбайнов и более 17 тыс. других видов сельскохозяйственной техники.

Первый заместитель Министра подчеркнул, что регионам, в которых наблюдается отставание от ранее заявленных планов, необходимо активизировать свою работу.

«Сегодня у сельхозпроизводителей есть целый ряд возможностей по льготному приобретению техники – это субсидии, кредиты, скидки и различные программы

АО «Росагролизинг». Государство свои обязательства выполнит в полном объеме, при этом регионам необходимо усилить деятельность по обновлению технического парка», – заявил Джамбулат Хатуов.

В настоящее время на разных стадиях поставки в лизинг находится 5397 ед. техники и оборудования на общую сумму 20,35 млрд руб. В рамках льготного кредитования одобрено 2 522 заявки на сумму 34,1 млрд руб. и уже выдано кредитов на 13,5 млрд руб.

Пресс-служба Минсельхоза России

УДК 631.672
DOI: 10.33267/2072-9642-2019-8-23-27

Совершенствование методов и технических средств ограничения давления в системах водоподачи закрытых оросительных систем

А.А. Алдошкин,
канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
prraduga@yandex.ru
(ФГБНУ ВНИИ «Радуга»)

Аннотация. *Рассмотрены переходные процессы и причины их возникновения при эксплуатации закрытых оросительных систем, приведена методика проведения расчетов гидравлического удара, позволяющая определять возможные величины повышения давления для различных вариантов закрытия затворов. Приведены результаты исследований эффективности действия поворотного затвора с программируемым закрытием на гидравлических стендах и действующих оросительных системах.*

Ключевые слова: *оросительная система, гидравлический удар, поворотный затвор, испытания, насосная станция, переходный режим, шиберная задвижка.*

Постановка проблемы

Опыт эксплуатации закрытых оросительных систем показал, что в этих системах достаточно часто происходят повреждения трубопроводов и выходит из строя арматура насосных станций по причине возникновения гидравлических ударов, связанных с переходными процессами во время отключения и включения дождевальных машин и насосных агрегатов [1].

Закрытая оросительная система при централизованной схеме подачи воды представляет собой разветвленную сеть трубопроводов с одной точкой питания (насосная станция) и несколькими точками отбора воды (дождевальные машины), число которых и местоположение в сети может изменяться. В большинстве случаев на напорных линиях насосных станций закрытых оросительных систем для предотвращения возможности движения воды через насосы в обратном направлении устанавливаются обратные клапаны. Работа насосных станций, как правило, предусматривается в автоматическом режиме. Поэтому пуск и отключение насосных агрегатов производится при открытой запорной арматуре на напорных линиях насосов (запорная арматура используется только как ремонтная).

На насосных станциях закрытых оросительных сетей обычно устанавливаются несколько параллельно соединенных основных насосов, которыми обеспечивается подача воды к дождевальным машинам, и разменный насос для заполнения сети при нерабочих режимах основных насосов.

Подбор основных насосов, работающих на закрытую оросительную сеть, проводится на случай работы максимально возможного числа дождевальных машин. При их расположении в наиболее отдельных режимах работы закрытой оросительной сети давление в ближних точках от насосной станции будет излишним для данного типа дождевальных машин.

Для того, чтобы обеспечить нормальный режим работы дождевальных машин у точек их присоединения (гидрантов), а в отдельных случаях и в начале оросительных трубопроводов, следует предусматривать установку регуляторов давления, снижающих его до величины, необходимой для данного типа дождевальных машин. Таким образом, при нормальной работе регуляторов можно считать, что расход у каждой дождевальной машины не зависит от величины давления в месте её присоединения [2-4].

При рассмотрении переходных процессов, происходящих в закрытой оросительной сети вследствие изменения режима работы насосных агрегатов на насосной станции и отключения и включения дождевальных машин, следует учитывать их многообразие в процессе работы оросительной системы.

Так, например, повышение давления (гидравлические удары) при отключении электропитания насосов, наличие водовоздушных скоплений в различных точках системы при её заполнении, отключение одного из работающих насосов вследствие снижения водоотбора и других переходных режимов в данной работе не рассматриваются.

Рассмотрим случаи переходных процессов, вызываемых отключением и включением дождевальных машин.

Большинство дождевальных машин работают в стационарном положении и не требуют аварийного отключения. Исключение составляет дождевальная машина типа «Фрегат», которая была разработана в 1960-70 годах прошлого века (на заводах в СССР было выпущено более 47 тыс. шт.). Данные машины до сих пор эксплуатируется. В настоящее время конструкция базовой машины «Фрегат», а также её некоторые узлы прошли глубокую модернизацию на фирме «Болдинг строй гроуп» (г. Тольятти).

В частности, при аварийном изгибе водопроводящего трубопровода устройство «Гидрозащита» воздействует на копир, связанный с системой регулирования скорости выбежавшей или отставшей тележки. Шток отклоняется вместе с закрепленным на нем тарельчатым элементом, герметизирующим клапан, происходит выброс воды во внешнюю среду.

Гидроуправляющий клапан питания гидропривода последней тележки закрывается, прерывая поток воды в клапан-распределитель гидроцилиндра гидропривода тележки, и тележка останавливается. Гидроклапан прерывает поток воды во все гидроцилиндры, и дождевальная машина останавливается. Подача воды в дождевальную машину осуществляется вручную с помощью шиберной задвижки. При использовании в качестве запорной арматуры обычной шиберной задвижки с гидроприводом её равномерное закрытие вызывает весьма значительное повышение давления в оросительном трубопроводе, в 1,5-1,8 раза превышающее рабочее. Связано это с неравномерным дросселированием потока воды в трубопроводе, которое происходит на последних 5-10% хода шибера задвижки [2, 3, 5].

Актуальность рассматриваемой проблемы состоит в том, что при отключении и включении дождевальных машин с помощью устанавливаемой арматуры возникают гидравлические удары в трубопроводной сети, зачастую приводящие к её разрушению.

Относительно большое повышение давления может иметь место и при включении дождевальных машин в работу. Это связано, прежде всего, с наличием воздуха в подводящем трубопроводе (после отключающей задвижки) и в самой дождевальной машине. При выбросе воздуха в атмосферу через дождевальные аппараты значительно развивается скорость движения воды в подводящих трубопроводах. По окончании выброса воздуха в связи со значительным возрастанием потерь давления эта скорость резко снижается, что приводит к повышению давления ударного характера. Как показал опыт эксплуатации, в отдельных случаях при этом даже происходили отрывы дождевальных аппаратов от водопроводящего трубопровода. Открытие запорного органа на гидрантах при включении в работу дождевальных машин вызывает уменьшение давления в этих точках сети, распространяющееся в виде волн пониженного давления по трубопроводной сети.

При уже работающих дождевальных машинах включение каждой последующей не вызывает опасного для сети снижения давления. В случае включения в работу первой дождевальной машины снижение давления, связанное с пуском первого основного насосного агрегата, может иногда привести к образованию разрывов сплошности потока, ликвидация которых после пуска основного насоса может сопровождаться значительными повышениями давления в оросительной сети.

Цель исследований – совершенствование трубопроводной арматуры, применяемой для отключения и включения широкозахватных дождевальных машин.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели были исследованы существующие и разрабатывающиеся конструкции трубопроводной арматуры.

Проведены исследования, связанные с разработкой и проверкой эффективности действия поворотного затвора с программируемым закрытием.

При разработке конструкции гидропривода с программируемым закрытием рассматривались следующие возможные решения:

- использование контролируемого клапана для приостановки закрытия при повышении давления до допустимого предела;
- применение различных кинематических приводов для трансформации равномерного перемещения диска затвора;
- использование дросселей для обеспечения заданного неравномерного перемещения поршня гидропривода и связанного с ним диска затвора.

Для проведения расчетов была разработана методика, основанная на теории гидравлического удара Н.Е. Жуковского, которая позволила оценивать возможные величины повышения давления при различных вариантах закрытия затворов.

Результаты исследований и обсуждение

Рассмотрим мероприятия по уменьшению давления при переходных процессах, вызываемых отключением и включением дождевальных машин на закрытой оросительной сети [1, 2, 4, 5]. При плановых отключениях (включениях) дождевальных машин, осуществляемых вручную, всегда можно подобрать режим закрытия (открытия), при котором повышение давления в закрытой оросительной сети будет незначительным. В качестве запорных органов наиболее целесообразно использование поворотных затворов [2, 6-10], имеющих более благоприятные гидравлические характеристики, чем шиберные задвижки, особенно в заключительной стадии закрытия.

При аварийной ситуации, связанной с искривлением крыла дождевальной машины, надо обеспечить её остановку в течение 40-45 с. Таким образом, за указанное время необходимо снизить давление (в пределах 0,2 МПа) до остановки машины. В соответствии с этим были выполнены расчеты рационального варианта закрытия затворов.

Для проведения расчетов была разработана методика их выполнения, позволяющая сравнительно просто оценивать с достаточной для практики степенью точности возможные величины повышения давления при различных вариантах закрытия затворов.

Методика основана на теории гидравлического удара, разработанной Н.Е. Жуковским и учитывающей сжимаемость жидкости и деформацию труб.

Величина повышения давления ΔH зависит от темпа гашения скорости и определяется с учётом известной формулы Н.Е. Жуковского:

$$\Delta H = \frac{Q}{g}\Delta V, \qquad (1)$$

где ΔV – величина гасимой скорости, м/с;

Q – скорость распространения ударной волны, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Скорость движения воды в трубопроводах закрытых оросительных сетей принимается в пределах 2-3 м/с. Мгновенное гашение такой скорости привело бы к возрастанию давления на 20-30 атм (при Q = 1000 м/с и g = 9,81 м/с^2), что недопустимо. Поэтому закрытие задвижки (затвора) на входе в поливную машину должно проводиться постепенно.

Для наглядности представления процесса принято, что потери напора в поливном трубопроводе сконцентрированы в диафрагме, установленной непосредственно перед затвором, которым производится отключение «Фрегата», и что закрытие затвора производится импульсно, причем каждый импульс изменяет положение открытия (угол поворота) затвора на величину $\Delta\alpha$, заданную графиком закрытия. Предполагается, что затвор используется также в качестве регулятора давления, частичным прикрытием которого достигается требуемая величина напора на входе «Фрегата», и что напор в распределительном трубопроводе поддерживается постоянным, и поэтому при отражении от распределительного трубопровода волны повышения давления, подошедшей от затвора, возникает равная ей по модулю (но противоположная по знаку) волна понижения давления.

При этих предположениях превышение пьезометрического напора H_p=H_o в распределительном трубопроводе над уровнем расположения дождевальных аппаратов «Фрегата» представляет собой сумму потерь напора в поливном трубопроводе h_n, потерь напора h_3 в частично прикрытом затворе и потерь напора в трубопроводах дождевальных аппаратов «Фрегат» при начальной скорости V_o движения воды в поливном трубопроводе.

Интервал времени между импульсами равен

$$\Delta t = 2l\cdot a,$$

где l – длина поливного трубопровода (от распределительного трубопровода до затвора, отключающего «Фрегат»), м;

a – скорость распространения волн изменения давления, м/с.

Для оценки характера изменения давления у затвора при различных вариантах режима закрытия последнее предположение вполне допустимо, так как амплитуда колебания давления в распределительном трубопроводе значительно меньше амплитуды колебания давления в поливном трубопроводе (примерно пропорционально квадрату их диаметров).

При этих допущениях оказывается, что в момент времени Δt = 0 в результате импульсного уменьшения степени открытия затвора возникает волна повышения давления, вызывающая его возрастание на величину $\Delta H = \Psi$ и снижение скорости движения воды на величину

$$\Delta_1 V = \frac{g}{\alpha}\Delta_1 H\cdot$$

При поддержании давления в распределительном трубопроводе постоянным эта волна повышения давления в момент времени $t = \Delta t$ отразится равной ей по модулю волной понижения давления и дополнительно снизит скорость движения воды на величину

$$\frac{g}{\alpha}\Delta_1 V = \Delta_1 H,$$

т.е. до $V = 2\Delta V$. Эта волна понижения давления в момент времени $t = 2\Delta t$ достигнет закрываемого затвора.

Для упрощения вычислительных операций принято, что в этот момент осуществляется второй импульс закрытия и коэффициент сопротивления затвора возрастает с $K_{з\text{-}1}$ до $K_{з\text{-}2}$, а скорость движения воды уменьшается с V_c-$2\Delta_1 V$ до V_o -$2\Delta_1 V - \Delta_1 V$, и напор оказывается равным

$$H_2 = H_o + \Delta_2 H = H_o + \frac{a}{g}\Delta_2 V.$$

В момент времени t=$4\Delta t$ при третьем импульсе закрытия скорость движения воды при повышении давления до

$$H_o + \Delta_3 H = H_o + \frac{a}{g}\Delta_3 V.$$

снизится до

$$V = V_o - 2\Delta_1 V - 2\Delta_2 V - \Delta_3 V.$$

В общем виде для любого момента подачи очередного импульса «n» на закрытие затвора можно написать:

$$H_n = Ho + \frac{a}{g}\Delta_{n+1} V = KV_o^2 + \frac{a}{g}\Delta_{n+1} V \qquad (2)$$

и $$Vn = Vo - \sum_1^m 2\Delta_i V - \Delta_{n+1} V. \qquad (3)$$

Приняв, что в момент подачи импульса «n» коэффициент сопротивления затвора при новой степени его открытия равен $K_{3\text{-}n}$, определим величину напора H_n перед закрывающимся затвором (выражена в функции суммарного коэффициента гидравлического сопротивления K_n= $K_{o\text{-}n}$ и скорости движения воды V_n):

$$H_n = K_n V_n^2 = K_n[(V_0 - \sum_1^m 2\Delta_i V) - \Delta_{n+1} V]^2. \qquad (4)$$

Использование зависимостей (2) и (3) дает возможность определить величину скорости, гасимой при очередном импульсе закрытия затвора (задвижки):

$$\Delta_{n+1} V = A - \sqrt{A^2} - C, \qquad (5)$$

где $A = V_{o-n} + \frac{a}{2gK_o}$, и $C = \frac{H_o}{K_n} + V_{o-n}^2$.

Этой величине гасимой скорости соответствует повышение давления (по сравнению с рабочим) на величину

$$\Delta_{n+1} H = \frac{a}{g}\Delta_{n+1} V = \frac{a}{g}(A - \sqrt{A^2} - C). \qquad (6)$$

Применение формулы (6) значительно упростило проведение расчетов и позволило с достаточной для практики степенью точности оценить влияние различных факторов, выбрать в соответствии с этим рациональный режим закрытия затворов.

Расчеты показали, что при одноступенчатом равномерном закрытии затвора в течение 50-60 с повышение давления оказывается недопустимо большим и достигает максимума в конце закрытия.

При двухступенчатом закрытии дросселирование следует начинать при угле поворота диска α = 50-55°. С учетом принятой конструкции привода недросселируемое закрытие продолжается 6-7 с (в зависимости от давления в сети). Пропуск воды через затвор прекращается при угле поворота диска около 85°. Таким образом, вторая ступень закрытия соответствует повороту диска на 30-35°.

В ФГБНУ «Радуга» были проведены исследования, связанные с разработкой и проверкой эффективности действия поворотного затвора с программируемым закрытием.

При разработке конструкции гидропривода с программируемым закрытием были рассмотрены три принципиально возможные решения: использование контролируемого клапана для приостановки закрытия при повышении давления до допустимого предела, применение различных кинематических приводов для трансформации равномерного перемещения диска затвора, использование дросселей для обеспечения заданного неравномерного перемещения поршня гидропривода и связанного с ним диска затвора.

Исследования показали, что целесообразно использовать комбинированную конструкцию привода затвора. Для выявления работоспособности новой конструкции затвора были проведены стендовые и натурные испытания как его отдельных элементов, так и конструкции в целом.

Общий вид окончательного варианта поворотного затвора с программируемым закрытием приведен на рис. 1.

При отработке рычажно-кулисного механизма были проведены эксперименты, необходимые для выбора угла наклона паза в рычаге по отношению к оси штока. На основании результатов экспериментов угол наклона был принят равным 10°.

При отработке конструкции дросселя было установлено: для предотвращения недопустимого повышения давления в сети при отключении дождевальных машин достаточно двух ступеней закрытия. Суммарную продолжительность закрытия затвора следует принимать не более 70-80 с.

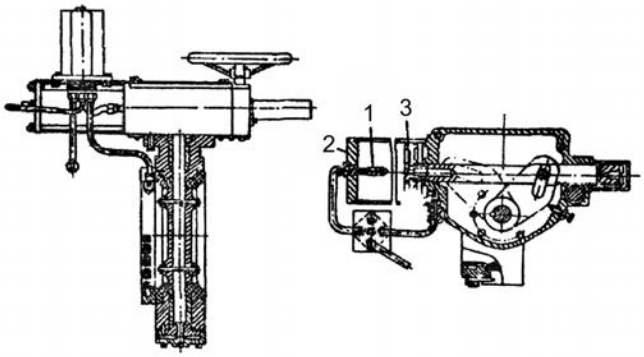


Рис. 1. Поворотный затвор с гидроприводом

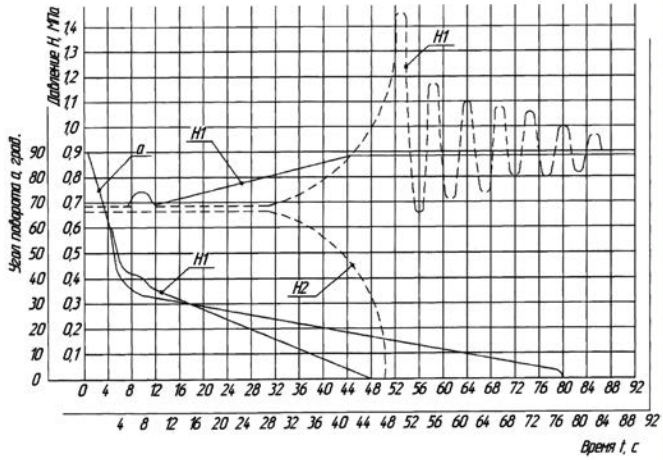


Рис. 2. Изменение давления в трубопроводе при отключении ДМ «Фрегат»:

_____ – затвор с программируемым закрытием;

------ – задвижка

Расчеты и натурная проверка работы поворотных затворов с программируемым закрытием подтвердили эффективность их действия.

На рис. 2 в качестве примера приведены осциллограммы записи процесса отключения дождевальной машины «Фрегат», установленной в конце поливного трубопровода на действующей оросительной сети.

Отключения проводились поворотным затвором с программируемым закрытием гидропривода (на графике – сплошные линии) и шиберной задвижкой (пунктирные линии) с равномерным закрытием гидропривода.

Выводы

1. Проведенные исследования условий работы закрытых оросительных сетей с применением широкозахватных машин позволили выявить причины неудовлетворительной работы существующей трубопроводной арматуры, вызывающей недопустимые повышения давления.

2. Исследованиями установлено, что для отключения дождевальных машин следует использовать поворотные затворы с программируемым приводом, обеспечивающие безударное закрытие и стабилизацию давления в оросительной сети.

3. Стендовые и натурные испытания затворов с программируемым закрытием подтвердили эффективность их работы на действующих оросительных системах.

Список использованных источников

1. **Алдошкин А.А.** Совершенствование методов и средств ограничения давления в системах водоподачи: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.23.04. М., 1989. 25 с.

2. Вопросы многоцелевого использования поворотных затворов / А.А. Алдошкин, Л.Ф. Мошнин, А.Н. Рожков, Г.Е. Фомин // Труды ВНИИМиТП. М., 1982: Техника и технология механизированного орошения. С. 104-109.

3. Руководство по применению трубопроводной арматуры на внутрихозяйственной оросительной сети / А.А. Никольская, Л.Ф. Мошнин, А.Н. Рожков, Г.Е. Фомин, А.А. Алдошкин. М.: ВО Согазвод-проект, 1983. С. 12-48.

4. Провести исследования, обосновать конструкцию гидротехнической трубопроводной арматуры для реконструкции оросительных систем: отчет о НИР / ФГБНУ НИИ «Радуга». Коломна, 2013. С. 14-49.

5. **Алдошкин А.А., Рожков А.Н., Золотарев Ю.Н.** Трубопроводная арматура для закрытой оросительной сети // Водоснабжение и санитарная техника. 1986. № 7. С. 4-6.

6. **Алдошкин А.А.** Поворотные затворы с гидравлическим приводом и применение их на оросительных системах // Сб. науч. трудов. М.: ВО Союзводпроект, 1979. С. 146-153.

7. **Алдошкин А.А.** Некоторые вопросы применения поворотных затворов с гидроприводом на оросительных системах // Сб. науч. трудов. М.: ВНПО «Радуга», 1980: Новое в технике и технологии полива. С. 153-167.

8. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологические безопасные технологии и технические средства орошения: справочник. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. С. 201-221.

9. **Ольгаренко Г.В., Алдошкин А.А., Мищенко Н.А.** Методические рекомендации по повышению надежности и энергоэффективности оросительных систем. Коломна:, 2015. С. 5-18.

10. Стационарно-сезонные оросительные комплексы и их применение в сельскохозяйственном производстве РФ / Г.В. Ольгаренко, А.А. Алдошкин, С.С. Турапин, Н.А. Мищенко. Коломна: ФГБНУ НИИ «Радуга», 2019. С. 5-15, С. 167-174.

Improving the Methods and Technical Means of Limiting Pressure in the Water Supply Systems of Closed Irrigation Systems

A.A. Aldoshkin

(FGBNU Institute "Rainbow")

Summary. *Transients and reasons for their occurrence during the operation of closed irrigation systems are discussed, a methodology for calculating hydraulic shock, which allows determining the possible magnitudes of pressure increase for various closure options, is described. The results of studies of the effectiveness of the butterfly valve with programmable closure on hydraulic stands and existing irrigation systems are presented.*

Keywords: *irrigation system, hydraulic hammer, butterfly valve, testing, pumping station, transient mode, slide valve.*

Информация

Итоги выставки «ДЕНЬ ВОРОНЕЖСКОГО ПОЛЯ»

27-28 июня 2019 г. в Острогожском районе Воронежской области на полях ЗАО «Острогожскссадпитомник» проходила одна из наиболее крупных в Центрально-Черноземном регионе выставок – XIII ежегодная демонстрация сельскохозяйственной техники и технологий «ДЕНЬ ВОРОНЕЖСКОГО ПОЛЯ».

Организатор проекта – Выставочная фирма «Центр».

Выставка проходила при поддержке Департамента аграрной политики Воронежской области, Ассоциации экономического взаимодействия субъектов Российской Федерации Центрального Федерального округа «Центрально-Черноземная».

В торжественном открытии выставки приняли участие губернатор Воронежской области А.В. Гусев, заместитель председателя правительства Воронежской области В.И. Логвинов, депутат Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации А.Н. Пономарев, глава Острогожского муниципального района С.И. Хорошилов, председатель комитета по аграрной политике Н.И. Гапоненко, исполнительный директор национального органического союза России О.В. Мироненко.

Общая площадь выставки составила 42 га, из них: общая площадь демонстрации сельскохозяйственной техники – 15 га; демонстрационных опытных делянок – 18 га; статичной экспозиции – 9 га.

Более 170 отечественных и зарубежных предприятий — агрохолдинги, сельхозмашиностроители и их дилеры, научно-исследовательские институты, банковские и лизинговые структуры представили всё, что необходимо для эффективного ведения аграрного бизнеса. Представлено более 1 500 ед. техники и оборудования. Свыше 4000 специалистов- аграриев посетили это самое ожидаемое выставочное мероприятие области.

В рамках программы проведен осмотр посевов и результатов эксперимента по внесению удобрений. Особое внимание специалистов привлек демонстрационный показ сельхозтехники в действии, на котором были продемонстрированы 30 ед. почвообрабатывающей, посевной и другой сельхозтехники.

Насыщенная деловая программа выставки позволила специалистам обсудить широкий круг профессиональных тем, провести дискуссии с коллегами, представителями власти и бизнеса. Экспоненты отметили высокий уровень организации выставки и качественный состав посетителей.

В рамках мероприятия прошла конференция «Практическое применение препаратов и инновационных технологий и органическом производстве», участники которой поделились собственным опытом развития органического сельхозпроизводства и применения или разработки необходимых препаратов и технологий в этой сфере.

По окончании выставки состоялось традиционное вручение золотых медалей и награждение экспонентов дипломами выставки.

В рамках культурно-развлекательной программы впервые состоялись спортивные соревнования по сельскому триатлону, организованные ВОФСОО «Урожай». В соревнованиях приняли участие работники предприятий и организаций АПК Воронежской области – члены ВОФСОО «Урожай», представители муниципальных образований.

УДК 631.95
DOI: 10.33267/2072-9642-2019-8-28-31

Экспериментальная оценка достоверности оптимальных параметров активатора обеззараживания жидких отходов животноводства

Н.В. Бышов,
д-р техн. наук, проф., ректор,
byshov@rgatu.ru
И.А. Успенский,
д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,
ivan.uspensckij@yandex.ru
И.А. Юхин,
д-р техн. наук, доц.,
ivan.uspensckij@yandex.ru
(ФГБОУ ВО РГАТУ);
Н.В. Лимаренко,
ст. препод.,
limarenkodstu@yandex.ru
(ФГБОУ ВО ДГТУ)

Аннотация. *Рассмотрен способ интенсификации экологической, технологической и экономической эффективности процесса утилизации жидких отходов животноводства путём оптимизации параметров операции обеззараживания. Экспериментально доказана достоверность оптимальных параметров активатора обеззараживания жидких отходов животноводства, полученных при моделировании и решении оптимизационной задачи.*

Ключевые слова: *животноводство, утилизация жидких отходов, активатор обеззараживания, оптимизация параметров, оценка достоверности.*

Постановка проблемы

Обеспечение продовольственной безопасности страны является одним из основных факторов социально-экономической стабильности. Существенный вклад в развитие и поддержание этого кластера экономики вносит животноводство, в частности, свиноводство. Рост производственных мощностей животноводческих предприятий приводит к увеличению отходов, опасных в эпидемиологическом отношении, но содержащих при этом биогенные вещества (азот *N*, фосфор P_2O_5, калий K_20 и др.) [1-3]. Соответственно, решение вопроса повышения экологической, технологической и экономической эффективности процесса их утилизации является актуальной задачей.

Как показали анализ информационных источников и результаты предварительных исследований [4-7], экологическую, технологическую и экономическую эффективность процесса утилизации отходов животноводства можно повысить путем:

- поочерёдного выбора операций утилизационного цикла, их моделирования и оптимизации;
- выбора типов воздействий, реализующих рассматриваемые операции и обеспечивающих рост экологического, технологического и экономического эффектов, с последующей их оптимизацией.

Согласно ГОСТ 26074-84, ГОСТ Р 51769-2001 и МУ 2.1.5.800-99 твёрдые и жидкие отходы свиноводства требуют раздельной пофракционной утилизации. Одной из основных операций, обеспечивающих эпидемиологически безопасную утилизацию, является обеззараживание. С точки зрения концепций рационального природопользования наибольший интерес представляет оптимизация операции обеззараживания жидкой фракции полужидкого навоза (далее жидкая фракция). Важным этапом получения оптимальных параметров операции является оценка достоверности получаемых результатов.

Согласно источникам [8-12] перспективным является применение активатора обеззараживания, интенсифицирующего протекание физико-химических процессов за счёт комплексного воздействия активного хлора и рабочих тел, перемещающихся во вращающемся переменном электромагнитном поле. В работах [12-14] описан принцип действия активатора обеззараживания. Математические модели операции, реализуемой активатором обеззараживания, описаны в работах [13, 14], на основании которых возможно осуществить повышение экологической, технологической и экономической эффективности путём оптимизации параметров активатора. При этом получение оптимальных параметров невозможно без оценки достоверности результатов, полученных при моделировании и оптимизации.

Цель исследований – оценка достоверности результатов оптимизации параметров активатора обеззараживания.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- сформулирована оптимизационная задача роста экологической безопасности и повышения технологической и экономической эффективности операции;
- экспериментально проверена достоверность результатов, полученных при моделировании и оптимизации.

Решение поставленных задач осуществлялось с использованием методов планирования эксперимента, статистической обработки данных, оптимизации: полного перебора и крутого восхождения; прямых и косвенных измерений, аналого-цифрового преобразования данных, прямого посева на питательную среду, прямого микроскопирования.

Таблица 1. Бактериологический состав жидкой фракции до воздействия в активаторе обеззараживания

Показатели	Результат исследования	Величина допустимого показателя
Общие колиформные бактерии, в 100 мл	3,7x10^{12} КОЕ	1,0x10^{3} КОЕ
Термотолерантные колиформные бактерии, в 100 мл	1,7x10^{12} КОЕ	Не допускаются
Яйца гельминтов, шт.	2,37x10^{2}	Не допускаются

В качестве технологического материала использовалась жидкая фракция отходов свиноводческого хозяйства. Бактериологический состав исходного технологического материала с предельно допустимыми значениями параметров, обеспечивающими эпидемиологическую безопасность утилизации (в соответствии с МУ 2.1.5.800-99), представлен в табл. 1. Определение бактериологических свойств жидкой фракции осуществлялось методами прямого посева на питательную среду Эндо с последующим микроскопированием в соответствии с ГОСТ 26670-91.

Обработка данных осуществлялась с применением программных комплексов L-Card, Statistica 8.0, MathLab 16. Эмпирическую базу исследования составили официальные данные Федеральной службы государственной статистики России, а также результаты экспериментальных исследований.

Результаты исследований и обсуждение

Постановка оптимизационной задачи с точки зрения повышения экологической, технологической и экономической эффективности соответствует нахождению значений параметров активатора обеззараживания, обеспечивающих минимальные затраты удельной электрической энергоёмкости при соблюдении предельно допустимого значения числа патогенных организмов, опасных в эпидемиологическом отношении. Исходными данными являются модели, описанные в работах [13, 14]. Целевой функцией является уравнение удельной электрической энергоёмкости:

$$y_{уээ} = 5,59 - 2,14x_1 - 0,44x_2 + \\ +2,24x_3 + 1,14x_5 + \\ +1,52x_1^2 - 1,48x_2^2. \quad (1)$$

Ограничением, регламентирующим уровень эпидемиологической безопасности, принято уравнение числа колониеобразующих единиц общих колиформных бактерий (КОЕ ОКБ) как наиболее типичного индикатора патогенности обеззараживаемой среды [12]:

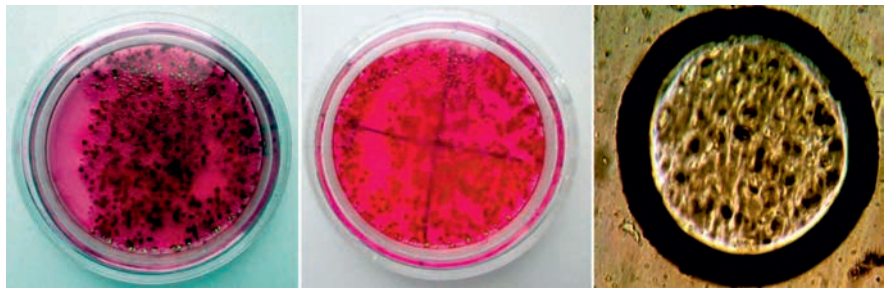
$$y_{КОЕ\,ОКБ} = 71,72 - 9,13x_1 + \\ +1,32x_2 - 20,15x_3 - 31,74x_4 - \\ -14,02x_5 + 5,81x_2^2 + 4,31x_3^2 + \\ +7,98x_4^2 + 3,14x_5^2 - 18,92x_3x_4. \quad (2)$$

Наиболее существенными параметрами, способными оказывать влияние на эффективность работы активатора, являются: заполненность рабочей зоны рабочими телами $\rho_{зп}$ (0,74-5,18 %), отношение длины рабочих тел к их диаметру l/d (5-25), уровень магнитной индукции в рабочей зоне индуктора активатора B (40-80 мТл), концентрация актив-ного хлора w (6-18 мг/л), продолжительность совместного воздействия t (2-6 с) [13, 14].

На рис. 1 представлены результаты бактериологического исследования свойств исследуемого материала до воздействия.

Для оценки достоверности результатов математического моделирования и оптимизации операции, реализуемой активатором обеззараживания жидкой фракции опытным путём, был проведен эксперимент. Технологическая схема активатора обеззараживания и его общий вид представлены на рис. 2 и 3.

В ходе эксперимента было реализовано десять параллельных опытов. Методика обработки результатов эксперимента и определения статистических характеристик параллельных опытов подробно описана в



а б в

Рис. 1. Обсеменённость жидкой фракции до воздействия активатором обеззараживания:
а – общие колиформные бактерии; б – термотолерантные колиформные бактерии; в – яйца гельминтов

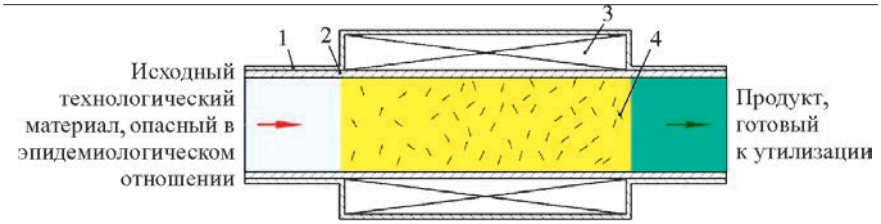


Рис. 2. Технологическая схема активатора обеззараживания:
1 – корпус; 2 – рабочая зона; 3 – индуктор; 4 – рабочие тела

работах [13, 14]. Поскольку $G_p < G_{кр}$, то была принята гипотеза об однородности оценок дисперсий параллельных опытов при уровне значимости α = 0,05 и степени свободы критерия Кохрена f_K = 9.

На рис. 4 представлена блок-схема условий, соответствующих эксперименту, проводимому при оценке достоверности результатов, полученных при моделировании и оптимизации.

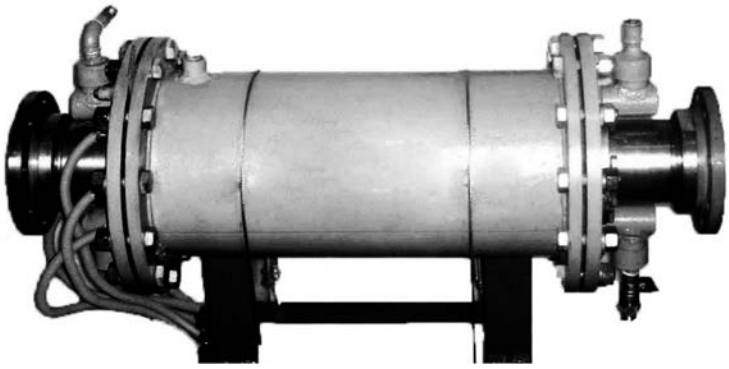


Рис. 3. Общий вид активатора обеззараживания

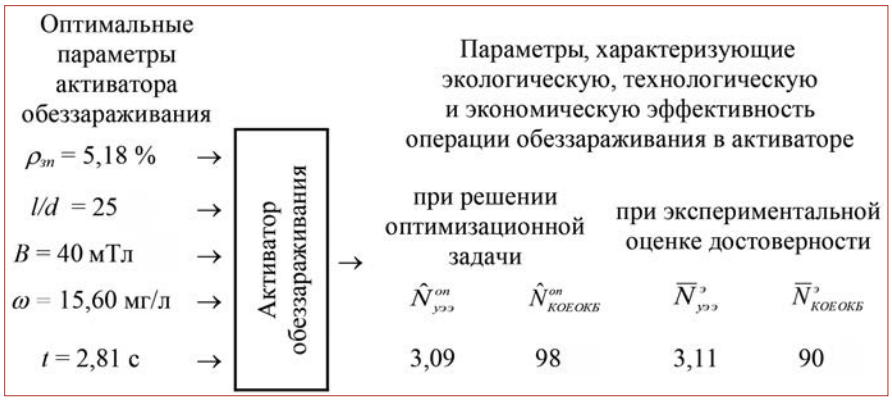
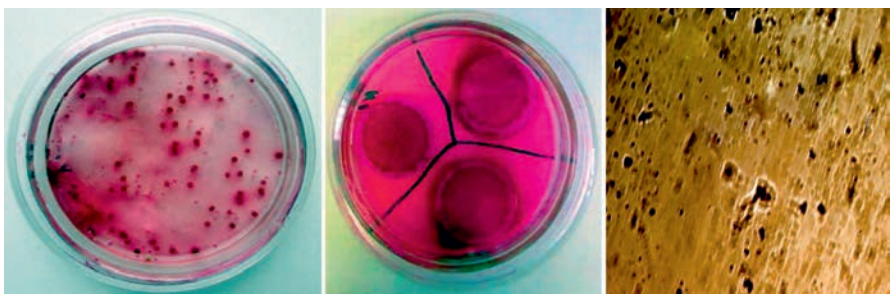


Рис. 4. Блок-схема экспериментальной оценки достоверности результатов моделирования и оптимизации

Таблица 2. Бактериологический состав жидкой фракции после воздействия в активаторе обеззараживания

Показатели	Результат исследования	Величина допустимого показателя
Общие колиформные бактерии, в 100 мл	9,0x10¹ КОЕ	1,0x10³ КОЕ
Термотолерантные колиформные бактерии, в 100 мл	Не выделены	Не допускаются
Яйца гельминтов, шт.	Не обнаружено	Не допускаются



а б в

Рис. 5. Обсеменённость жидкой фракции после воздействия активатором обеззараживания:
а – общие колиформные бактерии; б – термотолерантные колиформные бактерии; в – яйца гельминтов

Бактериологический состав безопасного в эпидемиологическом отношении и готового к утилизации материала (в соответствии с МУ 2.1.5.800-99) представлен в табл. 2. На рис. 5 представлены результаты бактериологического исследования свойств исследуемого материала после воздействия в активаторе.

После принятия гипотезы об однородности оценок дисперсий параллельных опытов по критерию Кохрена определялось расхождение значений удельной электрической энергоёмкости и числа КОЕ ОКБ, полученных расчётным путём по математическим моделям [13, 14], в процессе оптимизации [12] и экспериментальным путём при оптимальных значениях параметров технологического процесса:

для удельной электрической энергоёмкости:

$$\Delta_{КОЕ\ ОКБ} = \frac{\hat{N}^{on}_{КОЕ\ ОКБ} - \bar{N}^{э}_{КОЕ\ ОКБ}}{\bar{N}^{од}_{КОЕ\ ОКБ}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $\hat{N}^{on}_{уээ}$ – оценка удельной электрической энергии, полученная расчётным путём при оптимизации, Вт·с/мм³;

$\bar{N}^{э}_{уээ}$ – оценка среднего значения удельной электрической энергии параллельных опытов, Вт·с/мм³;

для числа КОЕ ОКБ:

$$\Delta_{КОЕ\ ОКБ} = \frac{\hat{N}^{on}_{КОЕ\ ОКБ} - \bar{N}^{э}_{КОЕ\ ОКБ}}{\bar{N}^{од}_{КОЕ\ ОКБ}} \cdot 100, \quad (4)$$

где $\hat{N}^{on}_{КОЕ\ ОКБ}$ – оценка числа КОЕ ОКБ, полученная расчётным путём при оптимизации, шт.;

$\bar{N}^{э}_{КОЕ\ ОКБ}$ – оценка среднего значения числа КОЕ ОКБ параллельных опытов, шт.

После подстановки численных значений в (3) и (4) были получены следующие численные значения расхождения: $\Delta_{уээ}$ = 2,4 %;

$\Delta_{КОЕ\ ОКБ}$= 7,3 %, что приемлемо с точки зрения эпидемиологических требований, регламентированных МУ 2.1.5.800-99 и предъявляемых к жидкой фракции.

Выводы

Использование активатора обеззараживания с параметрами, полученными в ходе решения оптимизационной задачи, позволяет существенным образом интенсифицировать процесс утилизации жидкой фракции отходов животноводства: сократить продолжительность воздействия, снизить удельную электрическую энергоёмкость операции.

Полученные параметры позволяют повысить уровень эпидемиологической безопасности за счёт наличия пролонгированного бактерицидного эффекта, обеспеченного наличием активного хлора в готовом продукте.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что полученные в ходе решения оптимизационной задачи и экспериментальной оценки их достоверности параметры активатора обеззараживания вполне обоснованы.

Список использованных источников

1. **Буклагин Д.С.** Анализ технологических разработок в сфере сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности России // Междунар. науч.-исслед. журнал. 2017. № 10. С. 6-12.

2. **Бондаренко А.М., Качанова Л.С.** Перспективные технологии переработки навоза в концентрированные органические удобрения // Вестник ФГОУ ВПО Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2016. № 1. С. 20-28.

3. **Бондаренко А.М., Качанова Л.С.** Современные технологии переработки навоза животноводческих предприятий в высококачественные органические удобрения // Вестник ВНИИМЖ. 2015. № 4. С. 135-141.

4. **Мишуров Н.П., Хлепитько М.Н.** Анализ качества техники для животноводства // Техника и оборудование для села. 2014. № 10. С. 21-23.

5. **Буклагин Д.С.** Системы для многокомпонентного анализа качества сельскохозяйственной продукции, кормов и сырья // Вестник ВИЭСХ. 2018. № 3. С. 55-65.

6. **Морозов Н.М., Цой Л.М., Рассказов А.Н.** Передовые технологии в свиноводстве России // Вестник ВИЭСХ. 2018. № 2. С. 19-28.

7. **Морозов Н.М., Кузьмина Т.Н.** Технологические, социальные, экологические и экономические аспекты модернизации свиноводства // Техника и оборудование для села. 2014. № 4. С. 2-7.

8. **Брюханов А.Ю., Васильев Э.В., Шалавина Е.В.** Проблемы обеспечения экологической безопасности животноводства и наилучшие доступные методы их решения // Региональная экология. 2017. № 1. С. 37-43.

9. **Цой Ю.А.** Становление и развитие исследований по механизации и автоматизации животноводства в России // Вестник ВИЭСХ. 2008. № 1. С. 39-49.

10. Адсорбционно-окислительная технология переработки сточных вод предприятий агропромышленного комплекса / А.Ю. Измайлов [и др.] // Вестник Мордовского университета. 2018. № 2. С. 207-221.

11. Агроэкологическая эффективность использования осадка сточных вод и вермикомпостов в агроценозе овса посевного / Н.В. Бышов [и др.] // Юг России: экология, развитие. 2018. № 2. С. 132-143.

12. **Лимаренко Н.В.** Обоснование параметров активатора обеззараживания стоков животноводческих предприятий: дисс... канд. техн. наук: 05.20.01. Рязань, 2018. 160 с.

13. Создание математической модели для оценки энергоёмкости процесса обеззараживания стоков животноводства / Б.Ч. Месхи [и др.]// Вестник Донского государственного технического университета. 2017. № 4 . С. 129-135.

14. **Лимаренко Н.В.** Создание математической модели технологического процесса обеззараживания стоков животноводства // Известия вузов. Пищевая технология. 2017. № 3. С. 108-112.

Experimental Assessment of the Reliability of the Optimal Parameters of a Liquid Animal Waste Disinfection Activator

N.V. Byshov, I.A. Uspensky, I.A. Yukhin

(Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev);

N.V. Limarenko

(Don State Technical University)

Summary. *The method of intensifying the environmental, technological and economic efficiency of the process of liquid animal waste disposing by optimizing the operation parameters of the disinfection is described. The reliability of the optimal parameters of a liquid animal waste disinfection activator obtained by modeling and solving the optimization problem has been experimentally proved.*

Keywords: *animal husbandry, liquid waste disposal, disinfection activator, optimization of parameters, assessment of reliability.*

УДК 620.1
DOI: 10.33267/2072-9642-2019-8-32-36

Повышение усталостной долговечности коленчатых валов при их восстановлении

А.И. Фомин,
канд. техн. наук, доц.,
fominsurgod@yandex.ru
П.В. Сенин,
д-р техн. наук, проф.,
проректор по научной работе,
senin53@mail.ru
М.А. Кургузкин,
студент,
mixa.313@mail.ru
(ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева»)

Аннотация. *Приведены основные концентраторы напряжений чугунного коленчатого вала 24-1005011-20 двигателя ЗМЗ-402.10, полученные с использованием программного комплекса ANSYS, и предложен комплекс конструктивно-технологических решений для повышения усталостной долговечности восстанавливаемых шеек чугунных коленчатых валов. Представлены результаты испытаний на усталость при переменном чистом изгибе и уровень остаточных напряжений полученного металлопокрытия.*

Ключевые слова: *коленчатый вал, усталость, предел выносливости, остаточное напряжение, электроконтактная приварка, работоспособность.*

Постановка проблемы

Одной из наиболее высокотехнологичных деталей, определяющих ресурс двигателей современных тракторов и автомобилей, является коленчатый вал. В качестве материала для изготовления коленчатых валов в настоящее время заводы-изготовители преимущественно используют высокопрочный чугун, обладающий хорошей износостойкостью, значительным сопротивлением усталости и сравнительно малой себестоимостью изготовления. Вместе с этим для ремонтных предприятий чугунные коленчатые валы, учитывая их физико-химические свойства, как объект ремонта имеют ряд недостатков, среди которых особо стоит выделить сложность и трудоемкость их восстановления. Данные недостатки обусловлены значительным содержанием в высокопрочном чугуне углерода, марганца и кремния, которые приводят к образованию трещин и неоднородностей при высокотемпературных воздействиях на вал в процессе восстановления. Последствием таких дефектов материала, как правило, является значительное снижение усталостных, прочностных и триботехнических свойств.

Для восстановления номинальных или ремонтных размеров изношенных шеек чугунных коленчатых валов возможно использование электроконтактной приварки стальной ленты [1]. Данный способ является ресурсосберегающим, малоотходным и экологически чистым, что особенно актуально для небольших ремонтных участков, занимающихся восстановлением коленчатых валов. По данной технологии применительно к любым типоразмерам коленчатых валов можно производить работу только с одной шейкой, параметры которой вышли за пределы необходимых. Поэтому её применение целесообразно для восстановления коленчатых валов иностранного производства из-за ограниченности ремонтных размеров.

При восстановлении чугунных коленчатых валов данным способом на ремонтных участках в Республике Мордовия обеспечивается только «визуальное» качество покрытия (слой без сетки микротрещин, нет отслоений ленты и включений различного рода). Однако часто происходит разрушение вала как в зоне галтельного перехода, так и по восстановленной шейке, вследствие резкого снижения его предела выносливости и поверхностных дефектов (острых концентраторов). В связи с этим применительно к чугунным коленчатым валам способ требует доработки в части изменения рациональных режимов сварки и введения специальных дополнительных методов упрочнения [2].

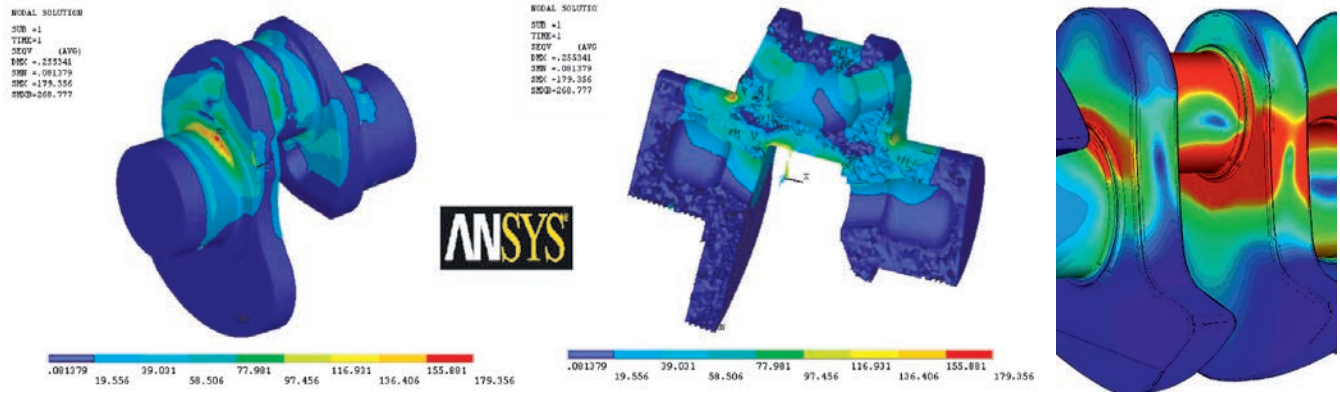
Цель исследований – повышение усталостной долговечности чугунных коленчатых валов.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования приняты натурные коленчатые валы 24-1005011-20 двигателя ЗМЗ-402.10. При анализе работ [3] выявлено, что усталостную прочность чугунных коленчатых валов при восстановлении возможно повысить путем изменения геометрии галтельного перехода (для корректировки распределения неблагоприятных напряжений в сечениях вала) и применения наносимых материалов и способов обработки.

С целью определения концентраторов напряжений в выбранном коленчатом вале выполнено математическое моделирование нагрузок, действующих на вал. Моделирование осуществлялось с помощью прикладных программных комплексов, предоставляемых фирмой ANSYS (лицензия № 624967 ANSYS Academic Research). При этом аналитические прочностные расчеты из-за обширного действия различных факторов на вал в целом носят преимущественно приближенный характер.

На рис. 1 а представлены полученные с помощью программного комплекса ANSYS возникающие напряжения. Область максимальных напряжений формируется на поверхности в зоне галтелей (min – синий цвет, max – красный), причем с перемещением вглубь и в стороны от концентраторов значения напряжений снижаются при варьировании от 0 до 180 МПа.



а б

Рис. 1. Возникающие напряжения в коленчатом вале:
а – напряжения в зоне галтельного перехода без восстановления;
б – формируемые участки напряженности при восстановлении

Таблица 1. Зависимость полученных max напряжений и max деформаций от радиуса галтели коленчатого вала 24-1005011-20

Радиус галтели вала, мм	2,5 мм		2 мм		1,5 мм		1 мм		0,5 мм	
Угол поворота	240°	375°	240°	375°	240°	375°	240°	375°	240°	375°
Максимально фиксируемое напряжение, МПа	59	180	64	218	69	236	70	238	71	244
Максимально фиксируемая деформация, мм	0,042	0,261	0,035	0,255	0,034	0,263	0,0342	0,265	0,033	0,270

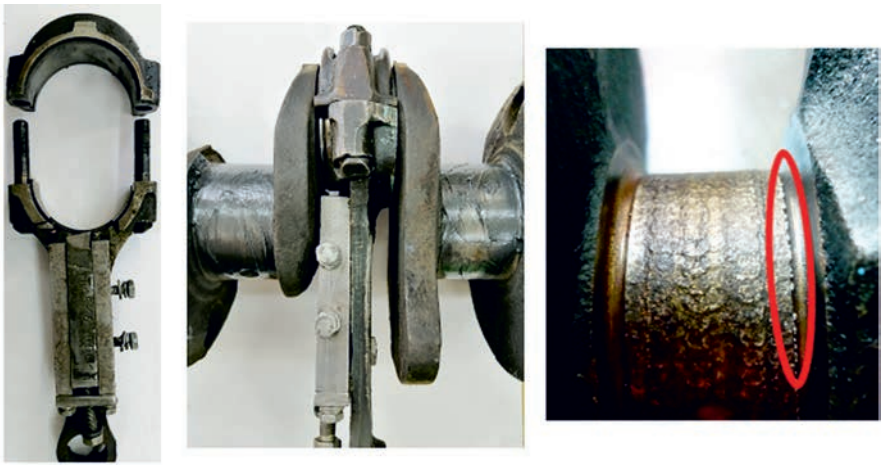


Рис. 2. Приспособление для создания кольцевой проточки и последующей обработки восстановленной шейки:
а – общий вид; б – создание кольцевой проточки;
в – удаление выплеска металла после электроконтактной приварки

При восстановлении вала электроконтактной приваркой ленты без каких-либо подготовительных операций фиксируется увеличение максимальных напряжений как по галтелям, так и по поверхности шейки и, как следствие, предел выносливости коленчатого вала резко снижается (рис. 1 б).

Снижение пика напряжений в зоне галтельного перехода достигалось двумя способами.

Первый способ. Выполнялась кольцевая проточка в зоне галтельного перехода. Данная операция обеспечивалась специально разработанным приспособлением (рис. 2 а, б), которое использовалось и при обработке шейки после электроконтактной приварки с целью удаления выплесков металла (рис. 2 в).

Результаты проведенных расчетов возникающих напряжений и деформаций представлены в табл. 1.

Оптимальное значение глубины кольцевой проточки для представленного вала – 0,5 мм при радиусе окружности 2,5 мм.

Второй способ. Формировались профилированные разгружающие выточки, которые наносились на шейки исследуемых коленчатых валов с помощью круглого напильника ∅ 6-8 мм (ГОСТ 1465-80) с размерами как для коренных, так и для шатунных шеек: радиус R = 3 мм; глубина h = 1,5-2 мм.

После обработки галтельных переходов осуществлялась электроконтактная приварка ленты на обработанную от следов износа поверхность шейки. При этом формируемый галтельный переход не затрагивался с целью исключения отрицательного термического воздействия способа. Образец коленчатого вала с конструктивно-технологическими решениями представлен на рис. 3.

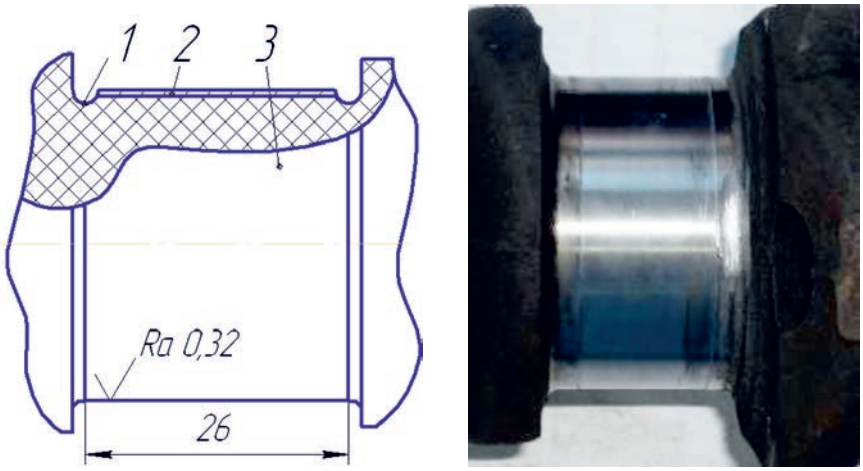


Рис. 3. Конструктивно-технологическая подготовка шейки:
1 – разгружающая проточка; 2 – металлопокрытие; 3 – шейка вала

Эффективность применения конструктивно-технологических мероприятий с целью повышения прочностных характеристик восстановленных коленчатых валов оценивалась по результатам сравнительных испытаний на усталость и напряжено-деформированное состояние [4-6].

Для испытаний были подготовлены натурные коленчатые валы 24-1005011-20 двигателя ЗМЗ-402.10, бывшие в эксплуатации и восстановленные электроконтактной приваркой ленты 30Х13 через наплавочный слой ПГН-12Н-01 [7]. Материал КВ 24-1005011-20 – чугун ВЧ 50-2.

Для исключения влияния частной характеристики коленчатого вала по сопротивлению усталости на конечный результат проводилась обработка вала путем конструктивно-технологической подготовки двух колен с последующей приваркой, при этом два колена оставались без обработки с целью сохранения исходной напряженности. Валы подвергались контролю на отсутствие трещин ультразвуковым дефектоскопом.

Сравнительные испытания коленчатых валов на усталость при знакопеременном изгибе в плоскости кривошипа проводились при симметричных циклах нагружения и постоянной его амплитуде. По форме спектра испытания являлись одноступенчатыми.

Принятая математическая модель для расчета усталостной прочности имеет вид:

$$\frac{M_{-1Q}}{M_{\text{a}}} = \frac{\sigma_{-1Q}}{\sigma_a} = 1 - \exp\left[-\left(\frac{N_Q}{A_Q}\right)^{B_Q}\right], \quad (1)$$

где M_{-1Q} – предельный момент выносливости колена, Н·м;

M_a – амплитуда изгибающего момента колена, Н·м;

σ_{-1Q} – предел выносливости колена, МПа;

σ_a – напряжение в опасном сечении колена, МПа;

A_Q, B_Q – параметры как функции Q, устанавливаемые из экспериментальных данных.

Наряду с оценкой остаточного предела выносливости коленчатого вала исследовалась объемная и контактная усталостная прочность, которая определяется возникающими в вале микронапряжениями (микроискажениями) и макронапряжениями (остаточными растягивающими напряжениями), так как технологический процесс электроконтактной приварки обусловлен высокотемпературным нагревом при высокой скорости охлаждения, в результате чего происходит структурное и фазовое изменение состава металлопокрытия. Для изучения влияния данных составляющих использовали способы рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа.

Для нахождения фазового состава принятых материалов и металлопокрытий были сняты рентгенограммы в интервале двойного угла от 15 до 100°. Расчет параметров субструктуры производился по линиям 110 и 220 фазы α-Fe. Для представленных образцов отношение физических уширений

$$\frac{\beta_{220}}{\beta_{110}}$$

находится между отношением секансов

$$\frac{sec\Theta_{220}}{sec\Theta_{110}}$$

и тангенсов

$$\frac{tg\Theta_{220}}{tg\Theta_{110}},$$

при этом само уширение обусловлено дисперсностью блоков и микронапряженным состоянием вещества. Величину макронапряжений (остаточных напряжений) на поверхности шейки определяли по известной методике $sin^2\psi$.

Результаты исследований и обсуждение

При проведении усталостных испытаний было определено, что предложенный комплекс конструктивно-технологической подготовки шейки выбранного чугунного коленчатого вала значительно повышает предел его выносливости. Обработанные результаты представлены в табл. 2.

Для наглядности отобразим (рис. 4) результаты сравнительных ускоренных стендовых испытаний одноименных валов при разных технологиях восстановления, в том числе предложенным способом в рамках настоящей работы. Как видно, относительный предел выносливости вала, восстановленного приваркой ленты через подслой с подготовкой галтельного перехода, формируется на уровне 0,93 относительно нового вала, что удовлетворяет установленным нормам обеспечения надежности (не менее 0,85) при капитальном ремонте двигателя.

Данные усталостных исследований подтверждаются и при анализе рентгенофазового и рентгеноструктурного исследования.

Таблица 2. Результаты сравнительных испытаний на усталость

№ колена	Коленчатый вал 24-1005011-20	M_a, Н·м	W'', см^3	σ_a, МПа	$N\cdot10^6$, цикл.	$(\sigma_{-1i})_{Q=0,5}$, МПа	$(\sigma_{-1})_{Q=0,5}$, МПа
1.3	Изношенный после эксплуатации	650	4,49	82,5	0,098	59,6	86,7
1.4			3,54	102,5	0,377	97,8	
2.3			4,52	75,4	0,415	88,4	
2.4			3,87	101,2	0,325	94,5	
3.3			4,50	77,5	0,473	90,6	
3.4			4,72	85,2	0,545	89,5	
1.1	Восстановленный предложенным способом		3,99	96,4	0,225	85,5	94,25
1.2			3,85	91,4	0,250	89,8	
2.1			3,65	106,4	0,168	86,5	
2.2			4,18	89,7	0,834	111,7	
3.1			3,77	61,7	2,500	89,3	
3.2			3,78	78,8	0,367	102,7	

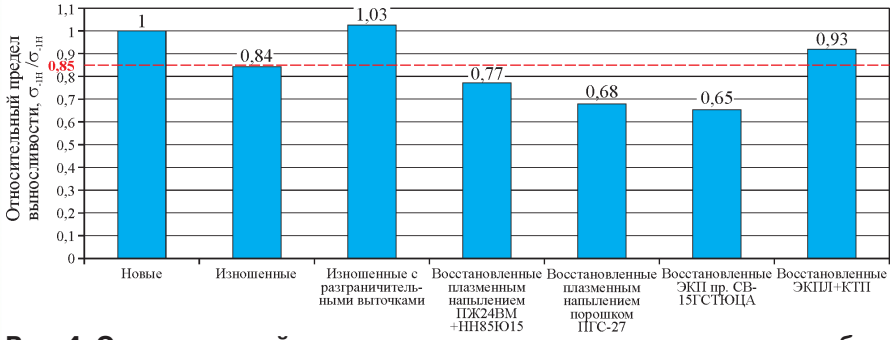


Рис. 4. Относительный предел выносливости при различных способах воздействия

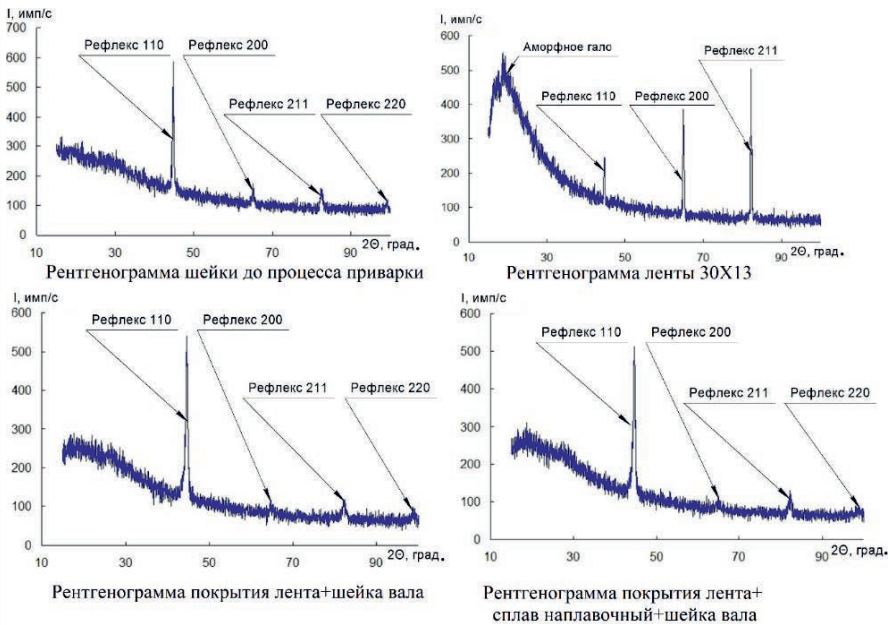


Рис. 5. Рентгенограммы испытываемых образцов

Фазовый состав формируемого металлопокрытия при сравнении искомых показателей с данными таблиц ASTM соответствует фазе чистого α-Fe, что исключает возможность появления микротрещин из-за различного рода включений (рис. 5).

При анализе микронапряженного состояния выявлено, что нанесение металлопокрытия без подслоя потенциально склонно к повышению напряженности в микрообъемах из-за измельчения зерна. Расчетные данные отображены в табл. 3.

Расчетные зависимости межплоскостного расстояния от $sin^2\psi$ указывают о преимущественно растягивающем характере макронапряжений исследуемых образцов без использования подслоя. Макронапряжения растяжения в образцах из высокопрочного чугуна снижаются при нанесения металлопокрытия 30Х13 + ПГН-12Н-01 (основа ВЧ50-2 – 18,2 МПа; 30Х13-ВЧ50-2 – 20,3 МПа; 30Х13 + ПГН-12Н-01-ВЧ50-2 – 10,3 МПа).

Выводы

1. Конструктивно-технологическую подготовку шеек можно рассматривать как простейшую операцию по упрочнению чугунных коленчатых валов при восстановлении электроконтактной приваркой ленты. При каждой ремонтной перешлифовке кольцевые проточки или выточки следует заглублять с целью восстановления их исходной геометрии и удаления части материала с максимальным накопленным усталостным разрушением.

2. Эффект представленных рекомендаций оказался стабильным при эксплуатационных испытаниях. Так, на производственном участке учебного научно-производственного центра кафедры «Технического сервиса машин» Института механики и энер-

Таблица 3. Микронапряженное состояние образцов при различных видах нанесения металлопокрытия

Образец	β_2/β_1	$\frac{sec\Theta_{220}}{sec\Theta_{110}}$	$\frac{tg\Theta_{220}}{tg\Theta_{110}}$	D (HKL), м	$\Delta d/d$
Основа ВЧ50–2	2,44	1,42	2,85	$4,08\cdot10^{-8}$	0,001183
30Х13 + ПГН-12Н-01-ВЧ50-2	2,03			$1,3\cdot10^{-7}$	0,000933
30Х13-ВЧ50-2	2,51			$3,95\cdot10^{-8}$	0,001119

гетики ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева» в период с 2015 г. по настоящее время восстановлено порядка 23 валов данного типа. За исследуемый период эксплуатационных наблюдений отказов не зафиксировано.

Список использованных источников

1. **Фомин А.И.** Совершенствование технологии восстановления чугунных коленчатых валов электроконтактной приваркой стальной ленты через промежуточный слой: дис. ... канд. техн. Наук: 05.20.03. Саранск, 2012. 202 с.

2. **Абзалов А.Р., Волкова И.И.** Технологические методы обеспечения усталостной прочности упругих элементов // Инженерный вестник Дона. 2014. № 2 [Электронный ресурс]. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2351 (дата обращения: 04.07.2019).

3. **Денисов В.А.** Обеспечение работоспособности и повышение долговечности восстанавливаемого коленчатого вала двигателя ЗМЗ-53: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03. М., 1991. 216 с.

4. **Фомин А.И., Нуянзин Е.А.** Ускоренные испытания на надежность коленчатых валов // Сельский механизатор. 2016. № 9. С. 38-40.

5. **Фомин А. И., Комаров В.А., Нуянзин Е.А.** Формирование работоспособного поверхностного слоя для обеспечения надежности коленчатых валов автотракторной техники // Техника и оборудование для села. 2017. № 5. С. 26-30.

6. **Денисов В.А.** Прогнозирование ресурса восстановленных деталей двигателя. Ч. 3. Оценка остаточного ресурса восстановленных деталей по критерию сопротивления усталости на примере коленчатого вала // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2014. № 12. С. 30-33.

7. **Бурак П.И.** Восстановление деталей машин электроконтактной приваркой металлической ленты через промежуточный слой: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03. М., 2004. 18 с.

Increased Fatigue Life of Crankshafts During Their Recovery

A.I. Fomin, P.V. Senin, M.A. Kurguzkin

(Ogarev Mordovia State University)

Summary. *The main stress concentrators of the 24-1005011-20 cast iron crankshaft for the ZMZ-402.10 engine obtained using the ANSYS software package are presented, and a set of design and technological solutions for increasing the fatigue life of the restored necks of the cast iron crankshafts is proposed. The results of fatigue tests with variable net bending and the level of residual stresses of the obtained metal plating are provided.*

Keywords: *crankshaft, fatigue, endurance limit, residual stress, electrocontact welding, performance.*

Информация

В Курганской области прошел «День Уральского поля-2019»

Пятая ежегодная окружная выставка «День Уральского поля-2019» состоялась 1 августа. Выставка прошла на опытных полях Курганского НИИСХ – филиала УрФАНИЦ УрО РАН (в окрестностях села Садовое Кетовского района) и собрала более 500 гостей из Курганской, Тюменской, Челябинской и Свердловской областей.

Генеральный спонсор выставки «День Уральского поля-2019» – АО «Тюменьагромаш» – официальный дилер компании Ростсельмаш по Курганской, Свердловской и Тюменской областям, стратегический партнер – ООО «Торговый Дом Овоще-молочный» – надежный поставщик для сельского хозяйства на Урале.

Официальными партнерами выставки выступили АО Фирма «Август» – российский производитель химических средств защиты растений; Группа Компаний ФОСАГРО – один из ведущих мировых производителей фосфорсодержащих удобрений.

Правообладатель бренда и оператор выставки «День Уральского поля» – АгроМедиаХолдинг (Издательский дом) «Светич».

Выставка «День Уральского поля» каждый год проводится на территории одного из регионов Уральского округа при участии Минсельхоза России и поддержке полпредства УрФО, аграриев и руководителей отрасли АПК из всех регионов Урала. На церемонии открытия собравшихся приветствовали врио губернатора Курганской области Вадим Шумков и главный федеральный инспектор по Курганской области аппарата полпреда УрФО Артем Пушкин.

Гости выставки ознакомились с новинками сельскохозяйственной техники и оборудования – на выставку их представили около 100 производителей и поставщиков из более 20 регионов России и Республики Казахстан – всего более 150 ед. российской и импортной сельхозтехники и оборудования.

В выставке приняли участие все основные производители сельхозтехники, заводы которых расположены в регионах Уральского федерального округа.

Осмотр выставки начался с площадки компании Ростсельмаш – генерального спонсора мероприятия. Здесь же, на выставке, ключи от нового комбайна Ростсельмаш вручили представителям Курганского научно-исследовательского института, на полях которого проходил «День Уральского поля-2019». Представители компаний-участников не только рассказывали о своей технике, но и демонстрировали ее в действии. Курганский машиностроительный завод представил аграриям гражданскую продукцию, и Вадим Шумков подчеркнул, что завод рассматривает возможности сотрудничества с Ростсельмашем.

Кроме техники, на выставке демонстрировались средства защиты растений, удобрения, а также более 250 вариантов научных опытов по изучению технологий применения средств защиты растений и удобрений на зерновых и масличных культурах, по сортоиспытанию сортов и сельхозкультур.

Также в рамках «Дня Уральского поля-2019» на одной площадке состоялись международный семеноводческий форум, четвертый агротехнический форум в Зауралье и научно-практический семинар по использованию средств защиты растений, на которых рассматривались важнейшие вопросы аграрного производства, разбирались проблемы и способы их решения.

УДК 631.3
DOI: 10.33267/2072-9642-2019-8-37-41

Определение предельного состояния сельскохозяйственной машины по затратам на ремонт и уровню потери её годности

В.И. Игнатов,
д-р техн. наук, гл. специалист,
rosagroserv@list.ru
В.С. Герасимов,
зав. лабораторией,
rosagroserv@list.ru
С.А. Буряков,
ст. науч. сотр.,
rosagroserv@list.ru
М.С. Мордасова,
науч. сотр.,
rosagroserv@list.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. *Приведены различные сценарии воздействия на машину при поступлении ее на ремонтное предприятие с учетом различного уровня годности сельскохозяйственной техники. Даны затраты на ремонт и уровень потери годности машины с учетом предельного ее состояния.*

Ключевые слова: *ремонт, годность, затраты, стоимость, утилизация, выбраковка, восстановление, ресурсосбережение.*

Постановка проблемы

При достижении машиной предельного состояния наиболее эффективным техническим воздействием с точки зрения ресурсосбережения является восстановление её работоспособности, т.е. капитальный ремонт. Но экономические критерии, которые зависят от целого ряда объективных и субъективных факторов, не всегда позволяют использовать данный вид технического воздействия. Поэтому, если затраты на ремонт и восстановление работоспособности машины до требуемого уровня превышают критическое значение, машина должна утилизироваться, а годные и требующие восстановления детали – использоваться по назначению в качестве ремфонда.

Цель исследований – разработка технико-экономической модели для определения целесообразности проведения ремонтных воздействий или утилизации выведенной из эксплуатации сельскохозяйственной техники (ВЭТ).

Материалы и методы исследования

Исследовались необезличенный метод ремонта сельскохозяйственной техники, зарубежные компьютерные программы, обеспечивающие возможность определения момента наступления предельного состояния машины путём диагностирования технического состояния на уровне «машина-агрегат-деталь» до начала или в процессе проведения ремонтных воздействий для оценки проведения ремонта машины (агрегата).

Для определения цены ремонта была использована информация, накопленная в процессе экспериментальных исследований различных лет, а для определения зависимости «цена ремонта $Ц_{рмi}$ – уровень потери годности $Г_{\Sigma i}$» – графическая модель ценообразования, которая является теоретической основой для создания механизма, подобного зарубежным аналогам, по определению цены ремонта машины и её агрегатов, достигших предельного состояния, а также остаточной стоимости машины и её компонентов, пригодных для реализации.

Результаты исследований и обсуждение

Капитальный обезличенный ремонт проводился в СССР в плановом порядке на ремонтных предприятиях АПК, лесопромышленного комплекса и других отраслей, использующих сложную технику. Однако послеремонтный ресурс при таком ремонте был далёк от нормативов, которые требовали от ремонтных предприятий доведения его до 80% от номинального.

В конце 1980-х – начале 1990-х годов проводились НИР, связанные с разработкой организации и технологии проведения ремонта самоходной техники необезличенным методом [1, 2]. Работы выполнялись на ремонтных предприятиях, осуществляющих капитальный ремонт сельскохозяйственной и лесной техники. Была доказана целесообразность применения этого метода ремонта, но переход на него был осуществлён только после перехода страны на рыночную экономику.

В основу исследований 1980-90-х гг. был положен зарубежный опыт производителей колёсной и самоходной техники, который базировался на использовании бурно развивающихся в те годы информационных технологий, в том числе технологий диагностики, которые позволяли определить целесообразность проведения ремонта. Это давало возможность его исполнителям принять обоснованное решение: ремонтировать или утилизировать машину, поступившую на ремонтное предприятие.

В настоящее время зарубежными производителями разработаны и применяются на ремонтных предприятиях компьютерные программы, обеспечивающие возможность определения момента наступления предельного состояния машины путём диагностирования технического состояния на уровне «машина-агрегат-деталь» до начала или в процессе проведения ремонтных воздействий для оценки проведения ремонта машины (агрегата).

Нормативно-законодательные основы создания такого механизма заложены в России десятки лет назад,

в том числе в ГОСТ 2.601, который требует от производителей разработки методов и средств (в том числе диагностических) для определения предельного состояния на уровне «машина-агрегат-деталь», а также параметров ремонтопригодности.

В состав этих параметров входили трудоёмкость, время и стоимость ремонтных работ, но их до сих пор в полной мере не используют. Отечественные производители сельскохозяйственной техники (СХТ) и других видов машин существенно отстают в этих вопросах от зарубежных коллег, и это отставание негативно сказывается на состоянии и эффективности использования техники, в том числе после достижения ею предельного состояния.

Разработанная модель ценообразования является теоретической основой для создания механизма, подобного зарубежным аналогам, по определению цены ремонта машины и её агрегатов, достигших предельного состояния, а также остаточной стоимости машины и её компонентов, пригодных для реализации.

В данной работе для определения цены ремонта была использована информация, накопленная в процессе экспериментальных исследований различных лет, а для определения зависимости «цена ремонта $Ц_{рм\,i}$ – уровень потери годности $Г_{\Sigma i}$» – графическая модель ценообразования.

В таблице в качестве примера приведён расчёт цены ремонта среднестатистического трактора К-701 в соответствии с полученными данными о структуре деталей поступившей в ремонт машины.

Представленные в таблице значения соответствуют полученным экспериментальным данным, приведенным на рис. 1, а также данным других источников [3].

Информация, приведённая в таблице, и параметры технико-экономической модели (рис. 2) позволили определить цену ремонта условной машины $Ц_{рм}$, имеющей конкретную структуру деталей (строка 1 таблицы), а также уровень потери годности $Г_{\Sigma j} \approx 0{,}5$. Проведение ремонта такой машины, обеспечивающего нормативное значение $Г_{\Sigma мин} \approx 0{,}2$, составит $Ц_{рм} = 0{,}67\ Ц_{нм}$ (строка 5 таблицы).

Использование графической интерпретации технико-экономической модели принятия решения о целесообразности утилизации машины позволяет проанализировать целесообразность проведения ее ремонта или утилизации.

Усреднённые стоимостные характеристики трактора К-701, поступающего на ремонтное предприятие, % от $Ц_{нм}$

Параметры	Категории деталей			
	восстановленные	новые	утильные	годные без ремонта
	$C^{j}_{вдi}$	$C^{k}_{ндi}$	C^{l}_{yi}	$C^{h}_{гдi}$
Стоимость деталей	40	25	25	35
Снижение цены при ремонте, разы	1,5	1	5	0
Стоимость деталей при ремонте	27	25	5	0
Постоянные затраты $C_{пост} = C^{1}_{пост} + C^{2}_{пост} = 2\ C^{1}_{пост}$	20			
Цена ремонта $Ц_{рм}$	67			
Уровень потери годности $Г_{\Sigma i}$	≈ 50			
Увеличение остаточной стоимости $\Delta C_{ост}$	≈ 25			
$Ц_{рм} - \Delta C_{ост}$	36			

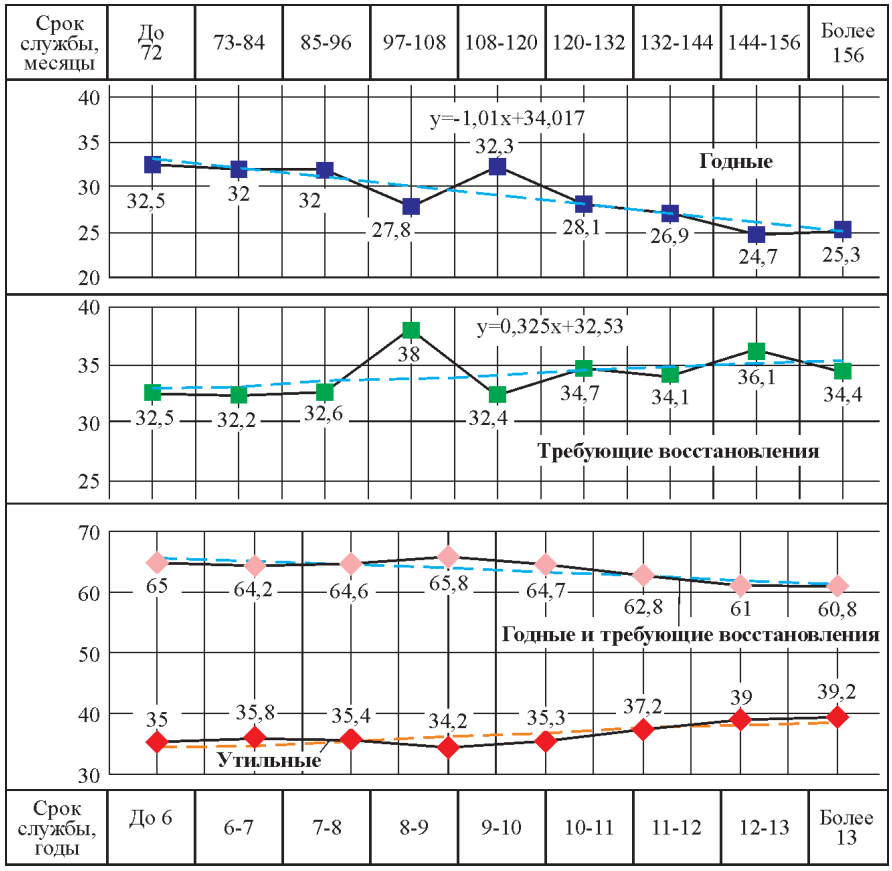


Рис. 1. Усреднённая структура тракторов (56 ед.), % от стоимости новой машины при различных сроках службы (месяцев, лет)

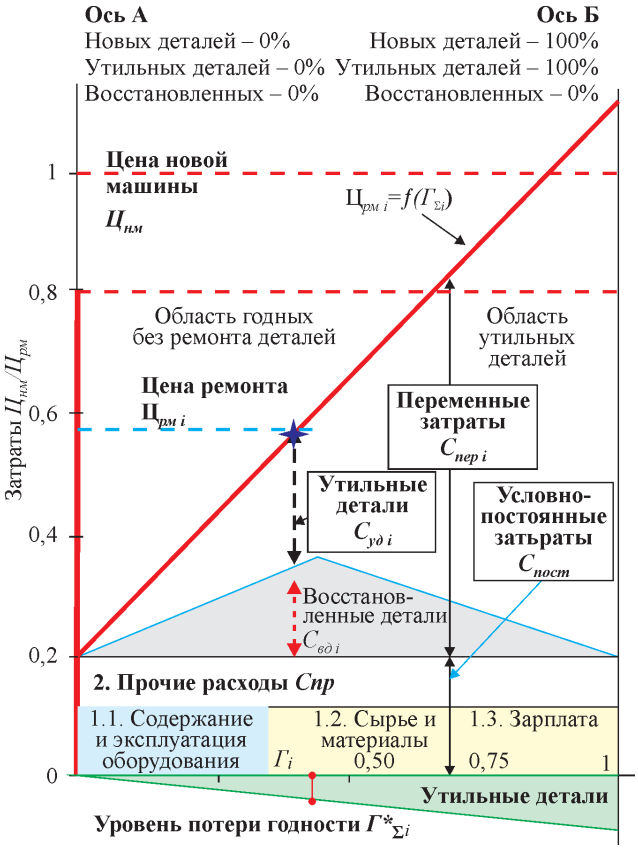


Рис. 2. Графическая интерпретация модели формирования цены отремонтированной машины

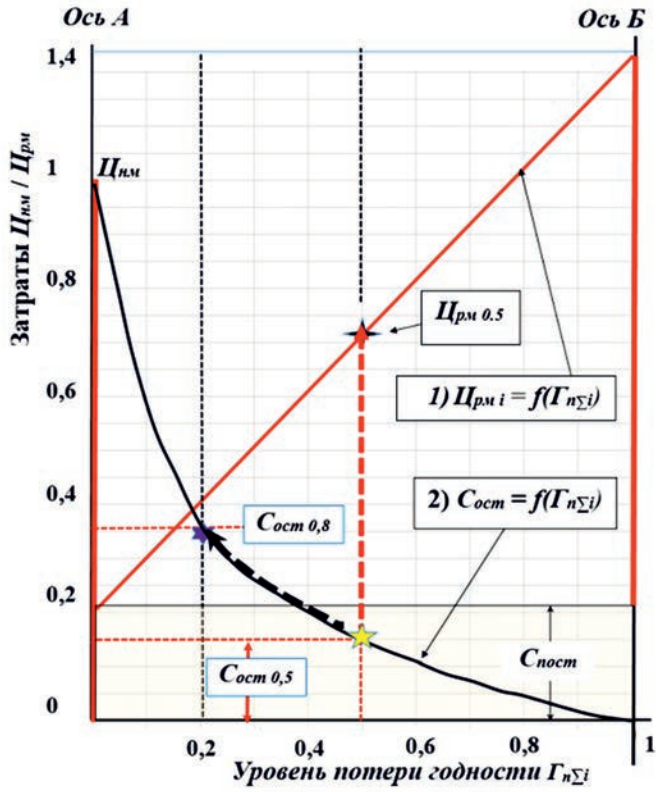


Рис. 3. Графическая интерпретация технико-экономической модели принятия решения о дальнейшем использовании машины, находящейся на границе предельного состояния после проведения капитального ремонта

Как видно из модели (рис. 3), увеличение остаточной стоимости машины, поступившей на ремонтное предприятие с потерей годности $Г_i \approx 0,5$, до нормативного значения $Г_i = 0,8$ составит около 25 % от стоимости новой машины ($\Delta С_{ост} \approx 0,25$). При этом ремонт такой машины обойдётся заказчику в 67 % от цены новой машины.

Эти данные позволяют сделать вывод о том, что $Ц_{рм} > \Delta С_{ост}$. Имея такого рода информацию, собственник машины может выбрать один из альтернативных вариантов: ремонтировать машину или утилизировать [4].

В данном случае увеличение цены отремонтированной машины на вторичном рынке составит около 25%, и такая прибавка в цене в случае её продажи не окупит затрат на ремонт. Конечное решение владельца зависит от того, какую прибыль он планирует получить от использования машины. Если эта прибыль будет соответствовать формуле (1), машину целесообразно ремонтировать:

$$\Delta П(Т) = \\ = П^{после\ р}(Т) - П^{до\ р}(Т) > Ц_р), \quad (1)$$

где $П^{после\ р}(Т)$ – прибыль от эксплуатации машины после ремонта за определённый момент времени *Т;*

$П^{до\ р}(Т)$ – прибыль от использования той же машины без ремонта;

$Ц_р$ – цена ремонта.

В противном случае целесообразнее машину утилизировать и получить доход от реализации ее компонентов, в том числе годных и восстановленных деталей. При этом постоянные затраты при проведении утилизации машины уменьшатся: $С_{пост}$ будут равны $С^1_{пост}$. При этом $С^2_{пост} = 0$ вследствие того, что ремонтные работы заканчиваются на этапе дефектации и сортировки деталей на группы, а годные, восстановленные и утильные детали могут быть реализованы. Доход от утилизации составит около половины стоимости новой машины, что увеличит возможность ее приобретения.

Как видно из расчётов, вариант утилизации машины с уровнем потери годности $Г_{\Sigma i} > 0,5$ является более привлекательным, чем ремонт, проведение которого потребует затрат финансовых средств, эквивалентных 67 % от цены новой машины.

В этом случае исполнитель ремонта может предложить собственнику машины прекратить ремонтные работы и использовать её компоненты как товарную продукцию, а владелец машины на этом этапе проведения ремонта может обоснованно принять одно из альтернативных решений: ремонтировать или осуществить утилизацию машины и получить доход от реализации её компонентов.

Здесь следует отметить, что расчёты могут быть проведены только после того, как:

- проведена дефектация деталей и определено их техническое состояние;

● детали рассортированы на три группы (годные без ремонта, годные после восстановления и утильные);

● определена стоимость этих групп деталей.

Наибольшую трудность составляет дефектация деталей. Но проведение капитального (и даже среднего) ремонта без этой процедуры и определения технического состояния деталей невозможно. Именно недостаточное внимание к дефектации деталей являлось основной причиной низкого качества ремонта машин на ремонтных предприятиях. Ошибка в определении статуса детали в любом случае приводила к экономическим потерям.

Если на машину устанавливалась деталь, достигшая предельного состояния, то она становилась причиной скорого отказа машины со всеми вытекающими последствиями. Если годная деталь заменялась новой, то стоимость ремонта необоснованно завышалась. Экономия на проведении дефектации или неквалифицированное её проведение ведёт к негативным последствиям [5].

Согласно практике и предлагаемой технико-экономической модели можно считать пригодной к ремонту машину с уровнем потери годности около $\Gamma_{\Sigma i} \approx 0,4$. Но, как показывает практика, в ремонт поступает техника, техническое состояние которой находится за границей предельного при значениях потери годности $\Gamma_{\Sigma i}$ >0,5-0,6.

В случае выбраковки годных к ремонту деталей по причине отсутствия возможности их восстановления (например, при отсутствии на ремонтном предприятии, на котором проводится утилизация машины, участка восстановления) уровень потери годности может достигать значения $\Gamma_{\Sigma i} \approx 0,7$, что превысит критическое значение, определяющее целесообразность проведения ремонта. В такой ситуации затраты на восстановление работоспособности машины до нормативного уровня с учётом приобретения новых запасных частей составят более 70-80% от стоимости новой машины.

Таким образом, для обеспечения ремонтопригодности СХТ, поступающей на ремонтные предприятия АПК с уровнем потери годности $\Gamma_{\Sigma i} < 0,6$, необходимо организовывать новые и развивать уже имеющиеся мощности, обеспечивающие восстановление деталей, пригодных к ремонту, стоимость которых может достигать более 30% от стоимости новых. Этот вывод согласуется с теоретическими положениями, касающимися технико-экономической модели определения границ целесообразности проведения ремонта.

Исходя из проведённых расчётов в соответствии с предложенной технико-экономической моделью целесообразности проведения утилизации машины, определены три сценария принятия решения о дальнейшем ее использовании при достижении предельного состояния.

На рис. 4 показано изменение цены ремонта машины $Ц_{рм}$ и стоимости образующихся при его проведении деталей ($C_{\partial i} = C_{г\partial i} + C_{в\partial i}$), пригодных к повторному использованию.

При различных уровнях потери годности машины $\Gamma_{\Sigma i}$ могут использоваться различные сценарии воздействия на нее при ее поступлении на ремонтное предприятие.

Сценарий 1 – проведение ремонта экономически целесообразно.

Сценарий 2 – критическая зона: собственник выбирает один из альтернативных вариантов дальнейшего воздействия на машину: проведение ремонта или утилизация.

Сценарий 3 – безальтернативная экономическая целесообразность проведения утилизации машины.

Исходя из результатов исследований, можно сделать вывод о том, что уровень потери годности $\Gamma_{\Sigma i}$ в интервале 0,5-0,6 можно считать критерием при определении целесообразности проведения ремонта. При достижении $\Gamma_{\Sigma i}$ этого значения собственнику машины выгоднее будет ее утилизировать и получить существенные доходы от реализации компонентов машины, достигшей предельного состояния. Здесь ещё раз следует сделать акцент на то, что эти сценарии правомерны лишь в том случае, если будет обеспечено максимально возможное ресурсосбережение, которое во многом определяется использованием остаточного ресурса деталей, годных без ремонта и пригодных к восстановлению.

Эти условия могут быть выполнены лишь при организации цехов (участков) восстановления изношенных деталей (ЦВИД) на ремонтных предприятиях, которые будут проводить

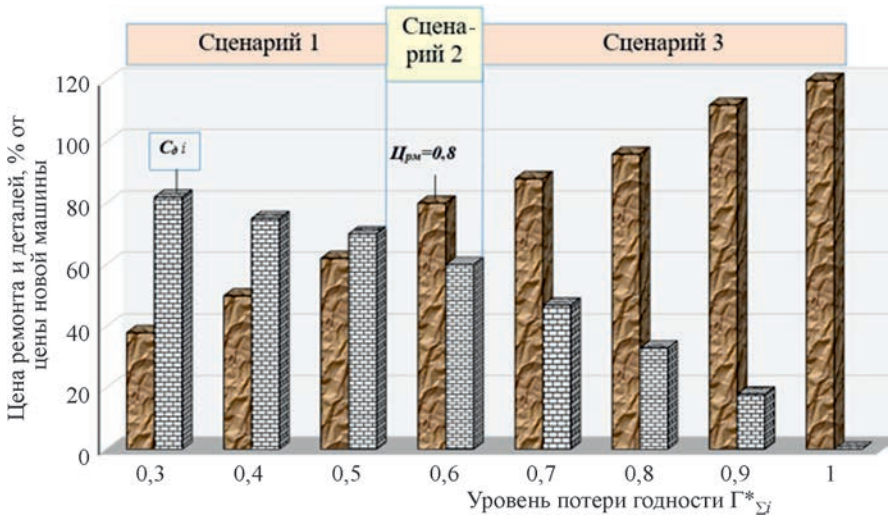


Рис. 4. Изменение цены ремонта машины ($Ц_{рмi}$) и стоимости образующихся при его проведении деталей ($C_{\partial i} = C_{г\partial i} + C_{в\partial i}$), пригодных к повторному использованию, при различных уровнях потери годности машины $\Gamma_{\Sigma i}$:

– цена ремонта машины $Ц_{рмi}$;

– стоимость годных и восстановленных деталей $C_{\partial i}$

утилизацию ВЭТ или восстановление деталей на спецпредприятиях.

Выводы

1. Отсутствие критериев наступления предельного состояния машины и ее отдельных элементов является причиной неправильного выбора направления работ по техническому сопровождению техники. В свою очередь, ошибка в выборе направления указанных работ ведет к материальным и экономическим потерям, что идет вразрез с принципами циркулярной экономики.

2. Существующая практика ремонтного сопровождения не позволяет обеспечивать восстановление уровня годности техники до оптимальных параметров. Это приводит к тому, что показатели технического состояния машин неуклонно снижаются и негативно влияют на экономическое положение собственников устаревшей техники и отрасли в целом.

3. Для изменения существующей ситуации необходимо своевременно утилизировать машины, достигшие предельного состояния и заменять их новыми. При этом необходимо параллельно создавать на предприятиях инженерной сферы АПК не только утилизационные подразделения, но и развивать подразделения, осуществляющие повторное использование деталей после восстановления их технических характеристик в соответствии с нормативными требованиями.

Список использованных источников

1. **Игнатов В.И.** Организация необезличенного капитального ремонта лесозаготовительных машин. М.: МГУЛ, 1988. 55 с.

2. **Игнатов В.И., Фридбург Р.Е., Задиран А.М.** Организация и технология необезличенного ремонта лесозаготовительных машин: обзорн. информ. М.: ВНИПИЭИлеспром, 1991. 60 с.

3. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: Учебное пособие / под ред. В.И. Черноиванова. Москва-Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. 992 с.

4. **Герасимов В.С., Игнатов В.И., Миклуш В.П.** Подготовка вышедшей из эксплуатации техники к утилизации // Белорусское сельское хозяйство. 2015. № 9. С. 110-112.

5. **Соловьев С.А., Федоренко В.Ф., Игнатов В.И., Герасимов В.С., Макуев В.А., Голубев И.Г.** Утилизация сельскохозяйственной техники. Проблемы и решения. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. 172 с.

Determination of the Limit State of an Agricultural Machine in Terms of Repair costs and the Level of Loss of Its Availability

V.I. Ignatov, V.S. Gerasimov, S.A. Buryakov, M.S. Mordasova

(Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

Summary. *Various scenarios of the impact on a machine upon receipt of it at a repair plant taking into account the different levels of suitability of agricultural machinery are discussed. The cost of repairs and the level of loss of availability of a machine taking into account its extreme state are provided.*

Keywords: *repair, availability, costs, value, disposal, rejection, restoration, resource saving.*

Информация

Новые меры господдержки при приобретении сельхозтехники

В Минсельхозе состоялось заседание Межведомственной рабочей группы по совершенствованию механизмов поддержки приобретения сельхозтоваропроизводителями отечественной техники. Во встрече приняли участие первый заместитель Министра сельского хозяйства Джамбулат Хатуов, представители Минпромторга, Федеральной антимонопольной службы, лизинговых компаний, российских заводов-производителей сельхозтехники.

Члены рабочей группы обсудили положения проекта Постановления Правительства РФ «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета, направленных на стимулирование спроса и повышение конкурентоспособности российской промышленной продукции сельскохозяйственного назначения», который был подготовлен Минпромторгом совместно с Минсельхозом в целях повышения эффективности использования федеральных бюджетных средств. Документ направлен на модернизацию действующих инструментов стимулирования спроса на машиностроительную продукцию и оборудование сельхозназначения, начиная с 2020 года, и определяет лизинговые поставки сельхозтехники на льготных условиях в качестве приоритетной меры господдержки.

Проект постановления упрощает правила отбора российских лизинговых организаций для заключения соглашения о предоставлении субсидий, устанавливает публичные процедуры равного доступа к заключению таких соглашений и распределения объема субсидий между получателями. Кроме того, документом предусмотрено осуществление квалификационного отбора для включения организаций в реестр получателей субсидии с резервированием для них средств на текущий финансовый год в рамках лимитов.

«Принятие этих мер окажет значительное влияние на развитие лизинга в Российской Федерации, а также оптимизирует действующие инструменты стимулирования спроса на машиностроительную продукцию и оборудование. Предлагаемые изменения позволят обновить парк техники, в том числе малым фермерским хозяйствам, которым при нынешних условиях тяжело это сделать», – отметил Джамбулат Хатуов.

Также на встрече были рассмотрены предложения по корректировке постановления Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 г. № 1432 «Об утверждении Правил предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники». В частности, рассмотрена возможность исключения квалификационных требований к производителям техники.

Пресс-служба Минсельхоза России

УДК: 631.313
DOI: 10.33267/2072-9642-2019-8-42-48

Исследование потребительских свойств дисковых борон на лущении стерни озимой пшеницы

Д.А. Петухов,
канд. техн. наук, зав. отделом,
dmitripet@mail.ru
С.А. Свиридова,
зав. лабораторией,
S1161803@yandex.ru
Н.В. Трубицын,
канд. техн. наук, зав. сектором,
trubicin@yandex.ru
(Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех»
(КубНИИТиМ);
М.Е. Кравцова,
студентка магистратуры,
mar.cravczova@ yandex.ru
(Институт экономики и управления АПК
ФГБОУ ВО РГАУ МСХА
имени К.А. Тимирязева)

Аннотация. *Приведены результаты анализа эффективности работы дисковых борон на лущении стерни озимой пшеницы. Представлены результаты эксплуатационно-технологической и экономической оценок агрегатов с дисковыми боронами.*

Ключевые слова: *дисковая борона, агрегат, потребительские свойства, лущение стерни, эксплуатационно-технологические показатели, экономическая оценка.*

Постановка проблемы

Согласно стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года российские производители сельскохозяйственной техники должны достигнуть доли на внутреннем рынке не ниже 80% и доли экспортных поставок – не ниже 50 % величины отгрузок на внутренний рынок, так как доля используемой в сельскохозяйственных предприятиях импортной техники разных типов составляет до 55 %, при этом в ряде случаев она не адаптирована к российским почвенно-климатическим условиям сельскохозяйственного производства [1]. Некоторые зарубежные фирмы не гарантируют обеспечение заявленных потребительских свойств сельскохозяйственной техники в российских условиях и не имеют результатов оценок машиноиспытательных станций. Применение техники зарубежного производства с учётом высокой стоимости самой техники, ТО и запчастей приводит к существенному росту себестоимости конечной продукции.

Одной из основных целей стратегии является достижение показателей Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации [2] в части развития современной конкурентоспособной высокотехнологичной техники российского производства, а также обеспечения модернизации сельского хозяйства для увеличения выпуска базовой сельскохозяйственной продукции.

Анализ эффективности осуществления мер государственной поддержки в 2013-2018 гг. показал, что реализация программы субсидирования производителей сельскохозяйственной техники в рамках постановления Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 г. № 1432 [3] стимулировала рост производства сельскохозяйственной техники в России на 70 предприятиях сельскохозяйственного машиностроения из 37 субъектов Российской Федерации, а также создание новых производственных мощностей. В результате государственной поддержки производителей сельскохозяйственной техники российские предприятия во всех сегментах рынка сельскохозяйственных машин значительно нарастили производство и увеличили рыночную долю. Так, производство почвообрабатывающих машин увеличилось в 2016-2018 гг. более чем на 50 %.

Учитывая меры государственной поддержки и политику импортозамещения, необходимо дальнейшее наращивание внедрения отечественной сельскохозяйственной техники (в том числе дискаторов, дисковых борон) на основе инновационных конструктивных решений, способной конкурировать с лучшими импортными аналогами благодаря меньшей цене, доступности сервисного обслуживания и возможности самостоятельного ремонта.

Таким образом, важными задачами являются разработка и исследования отечественных образцов дисковых борон, выбор наиболее эффективных из них и массовое внедрение в ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

Цель исследований – оценка потребительских свойств дисковых борон отечественного производства с двух-, трех- и четырехрядным расположением рабочих органов в сравнении с импортными аналогами.

Материалы и методы исследования

В качестве информационной базы были приняты результаты полевых исследований дисковых борон на лущении стерни озимой пшеницы в условиях валидационного полигона Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) и хозяйств Краснодарского края [4].

Методической основой для проводимых исследований служили стандартизованные методы испытаний сельскохозяйственной техники: ГОСТ 20915-2011. Методы определения условий испытаний;

ГОСТ 33687-2015. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы; ГОСТ 24055-2016. Методы эксплуатационно-технологической оценки [5-7].

Расчеты по определению показателей экономической оценки проводились по единой методологии с учетом показателей эксплуатационно-технологической оценки в соответствии с ГОСТ 53056-2008 [8] и на основе единых нормативных данных с использованием программного обеспечения «Технолог».

В качестве объектов исследований служили следующие модели дисковых борон, предназначенные для обработки почвы после уборки зерновых колосовых и пропашных культур трех отечественных производителей (ООО «БДМ-Агро», ОАО РТП «Петровское» и ООО «Апшеронский машиностроительный завод»): двухрядные – БДТ-7К-01 и БДК-9,0 «Дискокат»; трехрядная – БДТМ-6х3 и четырехрядный дискатор БДМ-6х4П. Для сравнения были приняты бороны зарубежного производства: Catros 6001, Krause 8200-28W и Challenger 1435-26 (рис. 1-7, табл. 1).

Рис.1. Борона дисковая БДТ-7К-01 в агрегате с трактором Т-150К

Рис. 2. Борона дисковая БДК-9,0 «Дискокат» в агрегате с трактором New Holland T-9040

Рис. 3. Борона дисковая БДТМ-6х3 в агрегате с трактором К-744Р1

Рис. 4. Борона дисковая БДМ-6х4П в агрегате с трактором К-701

Рис. 6. Борона дисковая Krause 8200-28W в агрегате с трактором John Deere 8335R

Рис. 5. Борона дисковая Catros 6001 в агрегате с трактором John Deere 7930

Рис. 7. Борона дисковая Challenger 1435-26 в агрегате с трактором John Deere 8420

Таблица 1. Краткая техническая характеристика дисковых борон

Показатели	Дисковые бороны						
	двухрядные					трехрядная	четырехрядная
	БДТ-7К-01	БДК-9,0 «Дискокат»	Catros 6001	Krause 8200-28W	Challenger 1435-26	БДТМ-6х3	БДМ-6х4П
Тип изделия	Полуприцепная	Прицепная	Навесная	Прицепная			
Агрегатирование	Т-150К	New Holland T 9040	John Deere 7930	John Deere 8335R	John Deere 8420	К-744Р1	К-701
Ширина захвата, м	7	9	6	8,5	8	5,5	5,7
Тип рамы	Х-образная	Прямоугольная			Х-образная	Прямоугольная	
Подвеска дисков к раме	Батарейная	Индивидуальная		Батарейная		Индивидуальная	
Тип дисков	Сферические						
	Вырезные и гладкие	Вырезные	Гладкие			Вырезные	
Число дисков	65	72	48	76	74	48	56
Диаметр диска	650	610/650	460	640	610	560	560
Расстояние между дисками в ряду, мм	220	250	280	230	220	356	407
Наличие катков или других приспособлений	-	Спиральные катки	Обрезиненный каток с клиновыми кольцами	Блок пружинных борон	Пружинные боронки	Прутковый каток	
Масса, кг	3850	10510	3300	6608	8120	6440	4740

Условия проведения исследований при оценке дисковых борон на технологической операции «лущение стерни» в основном были типичными для зоны Краснодарского края, твердость почвы в слое 0-10 см находилась в пределах от 0,6-1 Мпа (по нормативной документации (НД) – не более 3,5 МПа), влажность почвы варьировалась от 24 до 27,1 % (по НД – не более 30 %). Средняя высота сорных растений составляла 9,2 см, высота стерни – 19,4 см (по НД – не более 25 см) [9].

Эффективность агрегатов с дисковыми боронами оценивали через определение функциональных характеристик (потребительских свойств) согласно перечню критериев, утвержденных в постановлении Правительства Российской Федерации от 1 августа 2016 г. № 740 [10], и межгосударственному стандарту ГОСТ 33687-2015 [6].

Результаты исследований и обсуждение

В ходе исследований установлено, что дисковые бороны были агрегатированы с энергетическими средствами в соответствии с рекомендациями производителей и наличным парком тракторов хозяйств, в которых проводились исследования. При этом использовались тракторы как отечественного, так и зарубежного производства. Последние применялись преимущественно для агрегатирования с импортными боронами, при этом использовались только двухрядные импортные бороны, трех- и четырехрядные бороны являются исключительно отечественными разработками. Таким образом, исследуемые агрегаты можно считать типичными для сложившейся структуры машинно-тракторного парка хозяйств региона.

Эксплуатационно-технологические показатели дисковых борон были определены на лущении стерни озимой пшеницы в типичных хозяйственных условиях (табл. 2). Рабочая скорость движения агрегатов на лущении стерни озимой пшеницы достигает 11-12 км/ч.

Анализ результатов исследований показал, что за счет несколько большей рабочей ширины захвата самый высокий уровень производительности за 1 ч сменного времени среди двухрядных борон обеспечивает агрегат с широкозахватной бороной БДК-9,0 «Дискокат» – 7,3 га/ч. У агрегатов с зарубежными боронами Krause 8200-28W и Challenger 1435-26 сменная производительность составила 6,2-6,6 га/ч.

Трех- и четырехрядная бороны шириной захвата 6 м (БДТМ-6х3 и БДМ-6х4П) показали несколько большее значение сменой производительности, чем двухрядная борона Catros 6001 с аналогичной шириной захвата.

Самый низкий уровень удельного расхода топлива (4,3 кг/га) наблюдался при работе агрегата Т-150К+ +БДТ-7К-01. У остальных двухрядных борон он находится на уровне 5-5,6 кг/га, достигая значения 6,6 кг/га лишь у агрегата New Holland T 9040+ + БДК-9,0. Самый высокий уровень удельного расхода топлива установлен у агрегатов с трех- и четырехрядными боронами БДТМ-6х3 и БДМ-6х4П – 8,6-9,3 кг/га.

Средняя глубина обработки почвы находится в пределах 6,6-8,5 см. Значения гребнистости поверхности почвы у всех борон не превышают 5 см. Все бороны обеспечивают полное подрезание сорняков.

Табл. 2. Эксплуатационно-технологические показатели работы агрегатов на лущении стерни озимой пшеницы

Показатели	Дисковые бороны						
	двухрядные					трехрядная	четырехрядная
	БДТ-7К-01	БДК-9,0 «Дискокат»	Catros 6001	Krause 8200-28W	Challenger 1435-26	БДТМ-6х3	БДМ-6х4П
Агрегатирование	Т-150К	New Holland T 9040	John Deere 7930	John Deere 8335R	John Deere 8420	К-744Р1	К-701
Скорость движения, км/ч	11	11,9	11,1	11,3	12,2	11,8	12,1
Рабочая ширина захвата, м	6,8	8,9	5,8	7,9	7,6	5,5	5,4
Производительность за 1 ч, га/ч: основного времени	7,5	10,6	6,4	8,9	9,3	6,5	6,5
сменного времени	5,2	7,3	4,6	6,2	6,6	5,3	4,9
Удельный расход топлива, кг/га	4,3	6,6	5	5,6	5	8,6	9,3
Средняя глубина обработки, см	7,6	6,6	6,8	8,4	6,7	7,3	8,5
Гребнистость поверхности почвы, см	4,6	4,4	5,0	4,7	4	4,8	5
Подрезание сорняков, %	100						
Крошение взрыхленного слоя, %, содержание фракции до 50 мм	83	97,3	89,6	94,4	97,1	89,4	86,4
Заделка пожнивных остатков, %	32,1	64	35	48	58	55,6	51,9

Несмотря на конструкционные особенности, все машины обеспечивают высокий уровень крошения почвы (содержание фракции до 50 мм) – на уровне 83-97 %.

Качественные показатели уровня заделки пожнивных остатков двухрядными боронами имеют широкий диапазон варьирования. Так, бороны батарейного типа (БДТ-7К-01 и легкая компактная борона Catros 6001) заделывают порядка 32-35 % пожнивных остатков. Наибольшую долю заделки пожнивных остатков обеспечивают тяжелые дисковые бороны БДК-9,0 «Дискокат» и Challenger 1435-26 – 64 и 58 % соответственно, борона Krause 8200-28W заделывает 48 % остатков. Трехрядная борона БДТМ-6х3 заделывает в почву 56 % пожнивных остатков, четырехрядная БДМ-6х4П – около 52 %.

В целом все рассматриваемые агрегаты двух-, трех- и четырехрядных дисковых борон широко и успешно эксплуатируются в хозяйствах на лущении стерни озимой пшеницы, обеспечивая соответствующие уровни эксплуатационных параметров и удовлетворительные показатели качества выполнения технологического процесса.

Расчеты по определению показателей экономической оценки машинно-тракторных агрегатов (МТА) с двух-, трех-, четырехрядными дисковыми боронами проведены с помощью программного обеспечения «Технолог» в соответствии с действующим ГОСТ Р 53056 [8].

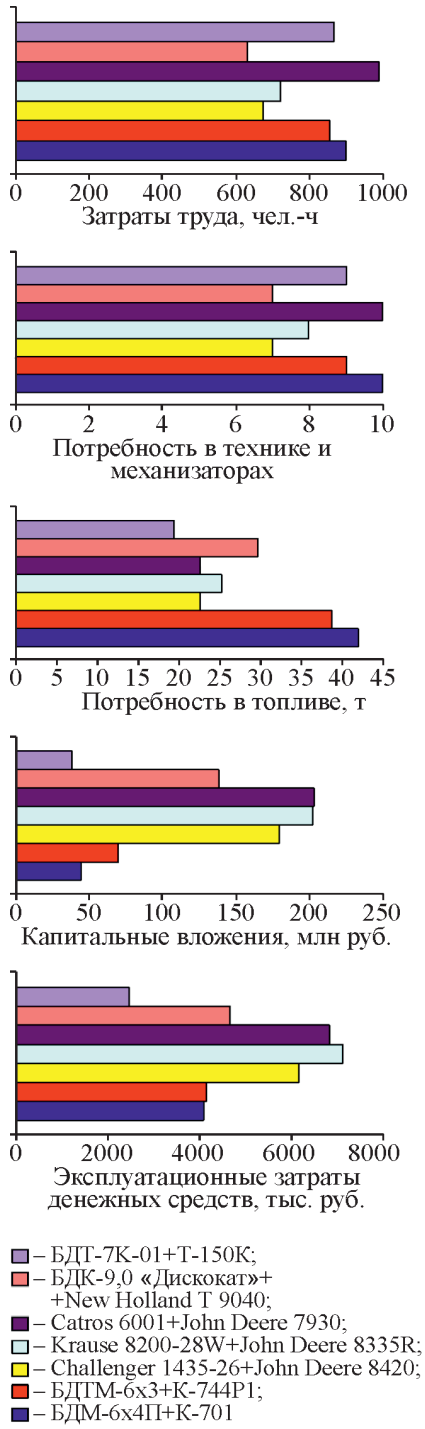


Рис. 8. Показатели экономической оценки агрегатов с дисковыми боронами на площадь 4500 га

Расчеты проведены на площадь 4500 га, использовались данные стоимости сельскохозяйственной техники без учета НДС, агротехнический срок работы – 10 дней, продолжительность работы в день – 10 ч.

Наименьшая трудоемкость механизированных работ (табл. 3, рис. 8)

Таблица 3. Показатели экономической оценки работы МТА с дисковыми боронами на лущении стерни (площадь пашни – 4500 га)

Показатели	Дисковые бороны						
	двухрядные					трех-рядные	четырехряд-ные
	БДТ-7К-01	БДК-9,0 «Дискокат»	Catros 6001	Krause 8200-28W	Challenger 1435-26	БДТМ-6х3	БДМ-6х4П
Исходные данные							
Марка трактора	Т-150К	New Holland T 9040	John Deere 7930	John Deere 8335R	John Deere 8420	К-744Р1	К-701
Цена, руб.:							
бороны	607 627	2 244 005	2 962 371	4 453 351	3 778 849	901 621	1 119 750
трактора, руб.	3 675 000	17 522 896	17 357 890	20 833 340	21 909 650	6 921 036	3 338 983
Показатели экономической оценки (на 4500 га)							
Затраты труда, чел.-ч	865	630	990	720	675	855	900
Потребность: МТА, шт.	9	7	10	8	7	9	10
механизаторы, чел.	9	7	10	8	7	9	10
топливо, т	19,4	29,7	22,5	25,2	22,5	38,7	41,9
капитальные вложения, млн руб.: всего	38,5	138,4	203,2	202,3	179,8	70,4	44,6
в том числе на бороны	5,5	15,7	29,6	35,6	26,5	8,1	11,2
Эксплуатационные затраты: всего, тыс. руб.	2 453	4 654	6 826	7 103	6 146	4 127	4 073
в расчете га 1 га, руб.	546	1 035	1 520	1 579	1 366	918	906

получена при работе агрегатов с двухрядными дисковыми боронами БДК-9,0 «Дискокат» (0,14 чел.-ч/га) и Challenger 1435-26 (0,15 чел.-ч/га), наибольшая – при работе агрегатов с четырехрядной дисковой бороной БДМ-6х4П (0,20 чел-ч/га) и с двухрядной дисковой бороной Catros 6001 (0,22 чел.-ч/га).

Наименьшая потребность в машинно-тракторных агрегатах и обслуживающем персонале при работе на земельных угодиях размером 4500 га получена при применении агрегатов с двухрядными дисковыми боронами БДК-9,0 «Дискокат» и Challenger 1435-26 (семь МТА и семь механизаторов), наибольшая – при работе агрегатов с двухрядной дисковой бороной Catros 6001 и четырехрядной БДМ-6Ч4П (десять МТА и десять механизаторов).

Наименьшая потребность в топливе в расчете на 4500 га получена при работе агрегатов с двухрядными дисковыми боронами БДТ-7К-01 (19,4т), Catros 6001 и Challenger 1435-26 (22,5 т), наибольшая – при работе агрегатов с трехрядной дисковой бороной БДТМ-6х3 (38,7 т) и четырехрядной БДМ-6х4П (41,9 т).

Потребность в капитальных вложениях зависит как от цены бороны, так и от цены трактора. Стоимость борон и тракторов зарубежного производства значительно выше стоимости отечественных машин и орудий, что значительно влияет на потребность в капитальных вложениях и величину эксплуатационных затрат денежных средств. В связи с этим рассмотрим показатели потребности в капитальных вложениях и величину эксплуатационных затрат денежных средств отдельно для агрегатов, состоящих только из техники отечественного производства, и агрегатов, включающих в себя технику зарубежного производства.

Минимальная потребность в капитальных вложениях в необходимое количество техники для агрегатов, состоящих только из техники отечественного производства, в расчете на 4500 га наблюдается при применении агрегата с двухрядной дисковой бороной БДТ-7К-01 (38,5 млн руб.). При применении агрегата с четырехрядной дисковой бороной БДМ-6х4П потребность в капитальных вложениях выше на 6,1 млн руб., или на 15,9 %.

Максимальная потребность в капиталовложениях отмечена при применении агрегата с трехрядной дисковой бороной БДТМ-6х3 (70,4 млн руб.), что выше, чем при применении агрегата с двухрядной дисковой бороной БДТ-7К-01 на 31,9 млн руб. (82,9 %). По величине эксплуатационных затрат наблюдается аналогичная ситуация. Наименьшие удельные эксплуатационные затраты получены при применении агрегата с двухрядной дисковой бороной БДТ-7К-01 (546 руб/га), значительно выше величина удельных эксплуатационных затрат при применении агрегата с четырехрядной бороной БДМ-6х4П (906 руб/га) и с трехрядной БДТМ-6х3 (918 руб./га). Таким образом, среди

МТА, укомплектованных отечественными боронами и тракторами, агрегат с двухрядной дисковой бороной является более эффективным, чем агрегаты с трех- и четырехрядными дисковыми боронами.

При применении агрегата с двухрядной дисковой бороной БДК-9,0 «Дискокат» потребность в капитальных вложениях в необходимое количество техники в расчете на 4500 га достаточно высокая (138,4 млн руб.), что обусловлено не только высокой стоимостью бороны, но и высокой ценой трактора New Holland T 9040 зарубежного производства. Удельные эксплуатационные затраты при применении указанного агрегата также выше, чем при применении агрегатов, состоящих из техники только отечественного производства, и составляют 1035 руб/га.

При применении двухрядных дисковых борон зарубежного производства Catros 6001, Krause 8200-28W и Challenger 1435-26, агрегатированных с зарубежными тракторами, потребность в капиталовложениях в необходимое количество техники в расчете на 4500 га значительно выше – на 141,3-164,7 млн руб., или в 4,7-5,3 раза, по сравнению с применением двухрядной дисковой бороны БДТ-7К-01, агрегатированной с отечественным трактором. Величина удельных эксплуатационных затрат денежных средств также выше – на 820-1033 руб/га, или в 2,5-2,9 раза.

Среди агрегатов с двухрядными дисковыми боронами зарубежного производства Catros 6001, Krause 8200-28W, Challenger 1435-26, агрегатированных с зарубежными тракторами, по всем показателям экономической оценки наиболее эффективен агрегат, укомплектованный бороной Challenger 1435-26.

Выводы

1. Проведенная оценка потребительских свойств дисковых борон на лущении стерни озимой пшеницы показала, что все модели исследованных дисковых борон обладают высоким техническим уровнем и вписываются в современные технологии производства сельскохозяйственных культур.

2. При агрегатировании тракторов с дисковыми боронами рекомендуется использовать отечественные тракторы, так как зарубежные имеют более высокую стоимость, что приводит к значительному увеличению эксплуатационных затрат денежных средств.

3. Для снижения эксплуатационных затрат денежных средств на лущении стерни озимой пшеницы следует применять двухрядные дисковые бороны отечественного производства, которые являются наиболее эффективными по сравнению с трех- и четырехрядными, а также с зарубежными боронами.

4. Трех- и четырехрядные бороны необходимо применять на дисковании крупностебельных культур (кукуруза, подсолнечник), где экономическая эффективность их работы будет иметь более высокие показатели.

Список использованных источников

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 7 июля 2017 г. № 1455-р «Об утверждении Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. URL:http://static.government.ru/media /files/pdf (дата обращения: 22.07.2019).

2. Указ Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL:https://rg.ru/2010/02/03/prod-dok.html (дата обращения: 23.07.2019).

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 года № 1432 «Об утверждении Правил предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники» [Электронный ресурс]. URL:http://docs.cntd.ru/document/902390890 (дата обращения: 23.05.2019).

4. **Петухов Д.А., Свиридова С.А., Бондаренко Е.В.** Эффективность применения дисковых борон на лущении стерни колосовых культур // Матер. X Международной науч.-практ. интернет-конф. ИнформАгро-2018. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018: Научно-информационное обеспечение развития АПК. С. 263-272.

5. ГОСТ 20915-2011. Методы определения условий испытаний. М.: Стандартинформ, 2013. III, 24 с.

6. ГОСТ 33687-2015. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2016. IV, 41 с.

7. ГОСТ 24055-2016. Методы эксплуатационно-технологической оценки. М.: Стандартинформ, 2017. III, 23 с.

8. ГОСТ Р 53056-2008. Методы экономической оценки. М.: Стандартинформ, 2009. III, 20 с.

9. СТО АИСТ 4.6-2018. Машины почвообрабатывающие. Показатели назначения и надежности. Общие требования. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. III, 28 с.

10. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.08.2016 г. № 740. Об определении функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования: офиц. текст. М., 2016. 35 с.

Study of Consumer Properties of Disk Harrows for the Winter Wheat Stubble Breaking

D.A. Petukhov, S.A. Sviridova, N.V. Trubitsyn,
(*Novokubansk Affiliate of Rosinformagrotekh [KubNIITiM]*);
M.E. Kravtsova,
(*Institute of Economics and Management of Agriculture, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy*)

Summary. *The results of the analysis of the efficiency of disk harrows designed for the winter wheat stubble breaking are presented. The results of operational, process and economic evaluations of disc harrow units are provided.*

Keywords: *disc harrow, unit, consumer properties, stubble breaking, operational and process indicators, economic evaluation.*

Реферат

Цель исследований – оценка потребительских свойств дисковых борон отечественного производства с 2-, 3- и 4-рядным расположением рабочих органов в сравнении с импортными аналогами. Методической основой для проводимых исследований служили стандартизованные методы испытаний сельскохозяйственной техники: ГОСТ 20915-2011, ГОСТ 33687-2015 и ГОСТ 24055-2016. Расчеты по определению показателей экономической оценки проводились с учетом показателей эксплуатационно-технологической оценки в соответствии с ГОСТ 53056-2008 и с использованием программного обеспечения «Технолог». В качестве объектов исследований служили отечественные дисковые бороны, предназначенные для обработки почвы после уборки зерновых колосовых и пропашных культур: двухрядные – БДТ-7К-01 и БДК-9,0 «Дискокат»; трехрядная – БДТМ-6х3 и четырехрядный дискатор БДМ-6х4П. Для сравнения исследовались бороны зарубежного производства: Catros 6001, Krause 8200-28W и Challenger 1435-26. Условия проведения исследований: твердость почвы в слое 0-10 см – 0,6-1 Мпа (по нормативной документации (НД) – не более 3,5 МПа), влажность – 24-27,1 % (по НД – не более 30 %); средняя высота сорных растений – 9,2 см, высота стерни – 19,4 см (по НД – не более 25 см). Анализ результатов исследований показал: самый высокий уровень производительности за 1 ч сменного времени обеспечивает агрегат с широкозахватной бороной БДК-9,0 «Дискокат» – 7,3 га/ч; самый низкий уровень удельного расхода топлива (4,3 кг/га) наблюдался при работе агрегата Т-150К+БДТ-7К-01; средняя глубина обработки почвы находится в пределах 6,6-8,5 см; значения гребнистости поверхности почвы у всех борон не превышают 5,0 см. Все машины обеспечивали полное подрезание сорняков и высокий уровень крошения почвы (содержание фракции до 50 мм) – на уровне 83-97 %. Установлено, что для снижения эксплуатационных затрат на лущении стерни озимой пшеницы целесообразно применять двухрядные дисковые бороны отечественного производства, агрегатированные с отечественными тракторами.

Abstract

The purpose of the study is to evaluate the consumer properties of domestic-made disk harrows with 2, 3, and 4 rows of working bodies in comparison with imported counterparts. The methodological basis for the research was the standardized test methods for agricultural machinery as per GOST 20915-2011, GOST 33687-2015 and GOST 24055-2016. Calculations to determine the indicators of economic evaluation were performed taking into account indicators of operational and process assessment in accordance with GOST 53056-2008 and using the "Technologist" software. The items of research were domestic disc harrows designed for tillage after harvesting cereal crops and row crops: the two-row BDT-7K-01 and BDK-9.0 "Diskokat" harrows; the three-row BDM-6x3 and four-row BDM-6x4P disk harrows. For comparison, we studied foreign-made harrows: Catros 6001, Krause 8200-28W and Challenger 1435-26. Research conditions were as follows: soil hardness in a layer of 0-10 cm was 0.6-1 MPa (maximum 3.5 MPa as per regulations), humidity was 24-27.1 % (maximum 30 % as per regulations); the average height of weeds was 9.2 cm, the stubble height was 19.4 cm (maximum 25 cm as per regulations). The analysis of the research results showed that the highest throughput level of 7.3 ha / h per one hour of shift time was provided by a unit with the large working width BDK-9.0 "Diskokat" disk harrow; the lowest level of specific fuel consumption (4.3 kg / ha) was observed during operation of the T-150K + BDT-7K-01 unit; the average depth of soil cultivation was in the range of 6.6-8.5 cm; the values of soil surface combing for all harrows did not exceed 5.0 cm. All machines provided complete cutting of weeds and a high level of crumbling of the soil (fraction content was up to 50 mm) at a level of 83-97 %. It has been established that in order to reduce operating costs for winter wheat stubble breaking it is advisable to use double-row disk harrows of domestic production aggregated with domestic tractors.

Информация

Интеграция российских селекционных достижений в реальное производство

Под председательством первого заместителя Министра сельского хозяйства РФ Джамбулата Хатуова состоялось очередное заседание межведомственного Координационного совета по развитию селекции, семеноводства и биотехнологии сельскохозяйственных растений. В мероприятии приняли участие представители Минсельхоза и Минобрнауки, отраслевых союзов и ассоциаций, Российской академии наук и научных учреждений.

Одной из ключевых задач Координационного совета, созданного по приказу Министра сельского хозяйства Дмитрия Патрушева, является формирование эффективной системы межведомственного взаимодействия и стратегии развития отрасли, учитывающих интересы всех участников рынка. В ходе встречи члены совета отчитались о проделанной работе и представили инициативы, направленные на оперативное решение наиболее актуальных вопросов отрасли.

«Цель заседаний Координационного Совета – за счет совместной слаженной работы обеспечить ускоренную интеграцию перспективных российских селекционных достижений в реальное производство. Оригинаторы должны более плотно работать с семеноводами, а нам необходимо четко прогнозировать долю отечественных семян по каждой культуре на рынке. При этом важно, чтобы все данные были публичными и открытыми», – подчеркнул Джамбулат Хатуов.

Как было отмечено в ходе заседания, создание сорта и сортоиспытание – это два взаимосвязанных этапа исполнения государственных заданий. На сегодняшний день методики сортоиспытаний по основным сельскохозяйственным культурам актуализированы Минсельхозом и уже согласованы с научно-исследовательскими учреждениями. При этом существует определенная проблема с выстраиванием прогнозов – для ее решения важно синхронизировать планы ФГБУ «Госсорткомиссия» и НИУ Минобрнауки.

По словам Джамбулата Хатуова, все предложения, озвученные на заседании, будут учтены и включены в доработанный план работы Координационного совета, который станет основой стратегии развития селекции и семеноводства в стране.

Пресс-служба Минсельхоза России

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXV МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

MVC: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2020

ufi Approved Event

КОМБИКОРМА MIXEDFEED 2020

28 - 30 ЯНВАРЯ

МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОН № 75

СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:

- IFIF — INTERNATIONAL FEED INDUSTRY FEDERATION / МЕЖДУНАРОДНАЯ ФЕДЕРАЦИЯ КОРМОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
- МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ
- СОЮЗ КОМБИКОРМЩИКОВ
- РОССИЙСКИЙ ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ
- СОЮЗРОССАХАР
- EUROPEAN FEED MANUFACTURERS' FEDERATION / ЕВРОПЕЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОМБИКОРМОВ
- WORLD'S POULTRY SCIENCE ASSOCIATION / ВСЕМИРНАЯ НАУЧНАЯ АССОЦИАЦИЯ ПО ПТИЦЕВОДСТВУ
- РОССИЙСКАЯ ВЕТЕРИНАРНАЯ АССОЦИАЦИЯ
- РОСПТИЦЕСОЮЗ
- НАЦИОНАЛЬНЫЙ СОЮЗ СВИНОВОДОВ
- СОЮЗ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗООБИЗНЕСА
- АССОЦИАЦИЯ «ВЕТБЕЗОПАСНОСТЬ»
- АССОЦИАЦИЯ «ВЕТБИОПРОМ»
- ГКО «РОСРЫБХОЗ»

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР: МОСКОВСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:
ЦЕНТР МАРКЕТИНГА "ЭКСПОХЛЕБ"

(495) 755-50-35, 755-50-38
info@expokhleb.com
WWW.MVC-EXPOHLEB.RU

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:

WATT GLOBAL MEDIA · WORLD GRAIN · FeedStrategy · FEEDINFO NEWS SERVICE · aquafeed.com · NISA Media · engormix · Global Milling · TECNICA MOLITORIA INTERNATIONAL · Aquaculture Directory · eFeedLink · Издательство Аграрий · АГРОБИЗНЕС · АПК ЭКСПЕРТ · Аграрная тема · Актуальные агросистемы · АгроСнаб Форум · АГРОТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ · АГРОИНВЕСТОР · АГРАРНАЯ ПОЛИТИКА · Аграрные издания Юга и Кавказа · Аграрное Ставрополье · Аграрная Кубань · СКФО-агро · АГРОМИР · НСХ · Ветеринарный Врач · ВЕТЕРИНАРИЯ · Комбикорма · КТО ЕСТЬ КТО · АПК News · СВЕТИЧ · Техника и оборудование для села · PERFECTAGRO · Продовольственный рынок и АПК · РЫНОК АПК · Научно-производственный журнал Свиноводство · Молочное и мясное скотоводство · ПОВОЛЖЬЕ АГРО · Агро-Информ · Ценовик · Эффективное животноводство · хлебопродукты · khleboproducty

19-22
НОЯБРЯ 2019

Краснодар
ул. Конгрессная, 1
ВКК «Экспоград Юг»

26-я
Международная
выставка

сельскохозяйственной техники,
оборудования и материалов
для производства и переработки
растениеводческой сельхозпродукции

ЮГАГРО

Бесплатный билет
на yugagro.org

ufi Approved International Event

12+

Организатор ITE

Генеральный партнер
РОСТСЕЛЬМАШ 90 Агротехника Профессионалов

Стратегический спонсор
CLAAS

Генеральный спонсор
РОСАГРОТРЕЙД

Официальный партнер
ЩЕЛКОВО АГРОХИМ

Спонсор деловой программы
Агро Эксперт Груп

Официальный спонсор
LG Селекция Вашей прибыли

Спонсор информационных стоек
BDA CAPITAL, LLC

syngenta®

МТС Агро-Альянс

Спонсоры выставки
Агропрогресс

CROP PROTECTION Zemlyakoff

ISSN 2072-9642 Техника и оборудование для села. 2019.08.1-48. Индекс 72493