

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ  
И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ**

**Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

**Факультет механизации сельского хозяйства**



***АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО  
ПРОИЗВОДСТВА***

**Материалы  
республиканской научной конференции  
студентов и магистрантов**

**Горки, 24–25 марта 2022 г.**

**Горки  
БГСХА  
2022**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ  
И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Факультет механизации сельского хозяйства

***АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА***

Материалы  
республиканской научной конференции  
студентов и магистрантов

(Горки, 24–25 марта 2022 г.)

Горки  
БГСХА  
2022

УДК 631.171(063)

ББК 40.7я73

А 43

Редакционная коллегия:

В. В. Гусаров, кандидат технических наук, доцент (главный редактор),

А. Е. Кондраль, кандидат технических наук, доцент (отв. секретарь),

В. Н. Босак, доктор с.-х. наук, профессор,

А. Н. Каргашевич, доктор технических наук, профессор,

В. Р. Петровец, доктор технических наук, профессор,

О. В. Гордеенко, кандидат технических наук, доцент,

В. И. Коцуба, кандидат технических наук, доцент,

К. Л. Пузевич, кандидат технических наук, доцент

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент *В. Г. Андруш*;

кандидат технических наук, доцент *А. К. Гармаза*

А 43

**Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства:** материалы республиканской научной конференции студентов и магистрантов / редкол.: В. В. Гусаров (гл. редактор) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 94 с.

Приведены материалы республиканской научной конференции студентов и магистрантов по актуальным вопросам механизации сельскохозяйственного производства.

Для студентов всех специальностей, практических работников, преподавателей.

УДК 631.171(063)

ББК 40.7я73

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2022

Секция. Сельскохозяйственные машины:  
расчет, проектирование и производство

УДК 631.358:633.521

БУЛАТКИН А. Д.

**ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПОВЫШЕНИЯ  
ФУНКЦИОНАЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЧЕСЫВАЮЩЕГО  
АППАРАТА ЛЬНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА**

*Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., ст. преподаватель*

УО «Белорусская Государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Основополагающим технологическим процессом получения семян является процесс отделения семенной части урожая льна-долгунца от стеблей. От уровня его совершенства, зависит величина урожая, размер потерь, качество льнопродукции, трудоемкость и энергоемкость сушки и обработки льновороха.

Наиболее целесообразно получение семян высоких посевных кондиций путем применения комбайновой технологии уборки льна, которая предполагает отделение семенных коробочек льна от стеблей очесывающим аппаратом гребневого типа [1, 3, 4].

Поскольку уборка семенных посевов производится в период желтой и бурой спелости, такие посевы подвержены полеганию.

**Цель работы.** Определение параметров зоны расположения семенных коробочек в ленте стеблей льна и необходимой величины активной зоны очесывающего аппарата при работе на полеглом стеблестое.

**Материалы и методика исследований.** Анализ параметров зоны расположения семенных коробочек в ленте льна, параметры подачи ленты льна в зону очесывания производили в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D. Расчет параметров растянутости ленты льна осуществлялся в математическом пакете MathCad по изложенной в работе методике.

**Результаты исследования и их обсуждение.**

Формирование ленты стеблей льна при уборке льноуборочным комбайном достаточно полно описано в работе авторов В. С. Астахов, С. В. Курзенков и О. В. Гордеенко [2]. Авторы утверждают, что наибольший вред качеству лент стеблей приносит растянутость лент льна.

Растянутость ленты можно определить по зависимости:

$$\lambda = \frac{\sqrt{S_M^2 + \frac{b_{\text{тер}}^2}{4} + r_k - L \cdot \sin \chi + \alpha_p - \alpha_{\text{рн}}}}{r_k - L \cdot \sin \chi + \alpha_p - \alpha_{\text{рн}}}, \quad (1)$$

где  $S_M$  – путь пройденный с. х. машиной за время  $t$ , м;

$b_{\text{тер}}$  – ширина захвата секции теребивильного аппарата, м.

$r_k$  – радиус полевого колеса, м;

$L$  – расстояние от оси вращения полевого колеса до точки начала затягивания стеблей льна в теребивильный ручей, м;

$\chi$  – угол определяющий наклон отрезка Со к горизонту в крайнем нижнем положении теребивильного аппарата, рад.;

$\alpha_p$  – угол наклона теребивильного ручья, град.;

$\alpha_{\text{рн}}$  – угол наклона теребивильного аппарата к горизонту в крайнем нижнем положении, град.

В свою очередь зона расположения семенных коробочек в ленте зависит от величины зоны расположения семенных коробочек в стеблестое, а также от величины относительного сдвига стеблей при формировании ленты, определяемый показателем растянутости  $\lambda$ .

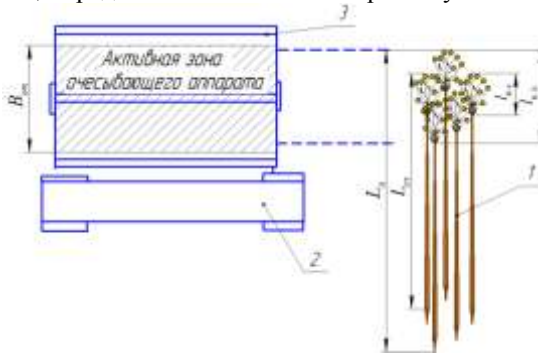


Рис. Схема к определению длины зоны расположения семенных коробочек в ленте стеблей льна:

1 – лента стеблей льна; 2 – зажимной транспортер; 3 – очесывающий барабан.

Из анализа схемы (рис. ) ширину  $l_{\text{к.л}}$  зоны расположения семенных коробочек в ленте льна можно представить как

$$l_{\text{к.л}} = l_{\text{к.с}} + L_{\text{ст}} \lambda - 1 \quad (2)$$

где  $l_{\text{к.с}}$  – высота зоны расположения семенных коробочек в стеблестое, м;

$L_{\text{ст}}$  – для стеблей льна, м;

$\lambda$  – растянутость ленты стеблей льна.

Предположим, что длина стебля льна  $l_{ст} = 1,0$  м, ширина захвата одной теребильной секции  $b_{тер} = 0,37$  м, высота установки теребильного аппарата (высота теребления полеглого стеблестоя – 0,2 м)  $l_{тер} = l_{ст}/5$ , номинальная скорость движения теребильных ремней при условии проскальзывания  $v_p = 2,6$  м/с, а рабочая скорость сельскохозяйственной машины  $v_m = 1,5$  м/с. В качестве конструктивных параметров примем параметры льноуборочного комбайна «Двина-4М»: радиус ведомого шкива теребильного аппарата  $r_{ш} = 0,124$  м, радиус полевого колеса льноуборочного комбайна  $r_k = 0,3$  м, расстояние от оси полевого колеса теребильного аппарата до нижней части теребильного аппарата  $L = 0,96$  м.

В результате расчетов получили растянутость ленты стеблей льна  $\lambda = 1,368$ , а ширина зоны расположения семенных коробочек в ленте льна  $l_{к.л} = 0,568$  м.

Для того, что бы отделить все семенные коробочки от стеблей необходимо не только правильная подача ленты льна в зону очеса, но и достаточная ширина  $B_{оч}$  активной зоны очесывающего аппарата. Согласно исследованиям Д. Г. Фадеева, ширина активной зоны очесывающего аппарата в зависимости от угла установки относительно зажимного транспортера находится в пределах 0,48–0,54 м.

**Заключение.** В результате проведенных исследований установлено, что при работе льноуборочного комбайна с гребневым очесывающим аппаратом на полеглом стеблестое ширины активной зоны очесывающего аппарата недостаточно для полного отделения семенных коробочек от стеблей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В. А. Шаршунов [и др.] // Вестник БГСХА. – 2017. – № 2. – С. 137–141.
2. Астахов, В. С. Анализ формирования растянутости ленты льна-долгунца при уборке комбайновой технологией / В. С. Астахов, С. В. Курзенков, О. В. Гордеенко // Вестник БГСХА. – 2022. – № 2. – С. 180–186.
3. Цайц, М. В. Анализ состояния уборки льна-долгунца в Республике Беларусь / М. В. Цайц, А. С. Алексеенко // Аграрная наука – сельскому хозяйству. – Барнаул: АГАУ, 2018. – С. 202–203.
4. Шаршунов, В. А. Поисковые эксперименты процесса обмолота лент льна устройством с эластичным рабочим органом в линии первичной переработки / В. А. Шаршунов, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Вестник БГСХА. – 2022. – № 1. – С. 148–153.

УДК 631.331

ЛУКЪЯНЦЕВ А. В.

## **КОМБИНИРОВАННАЯ МАШИНА ДЛЯ ПОСЕВА С МУЛЬЧИРОВАНИЕМ ПЛЕНКОЙ SPAPPERI SMP**

*Научный руководитель – ПУЗЕВИЧ В. В., ассистент*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

Мульчирование верхнего слоя почвы – это один из важных и довольно распространенных приемов в земледелии. Основная цель применения мульчирования грунта заключается в улучшении механических и биохимических характеристик почвы и создании оптимальных условий для роста и развития растений [1].

Мульчирование полиэтиленовой пленкой вошло в обиход растениеводов несколько десятилетий назад, но успело стать наиболее часто используемым агротехническим методом. В сельском хозяйстве для высева семян и мульчирования посевов пленкой используют различные машины зарубежных фирм, таких как Spapperi NTSRL, Forigo Roteritalia, Samco Agricultural Manufacturing LTD [2–4].

Применение сеялок для высева в пленку позволяет их владельцам приступать к более раннему севу, предотвращать развитие сорняков, снизить объемы потребных удобрений и гербицидов, защитить землю от возникновения почвенной корки, способствовать быстрому развитию, экономить порядка 60 % оросительной воды и в целом повысить урожайность на 40–60 %.

Комбинированная машина для посева с мульчированием пленкой SPAPPERI SMP состоит из пневматической сеялки и пленкоукладчика, позволяет за один проход замульчировать почву пластиковой пленкой или укрывным материалом, пробить отверстия в пленке, высеять семена (диаметром от 4 мм) через эти отверстия и прикатать их сверху.

Дополнительно может быть оснащена системой капельного орошения путем прокладки шланга под пленкой. Экономия воды составляет около 60 % при увеличении производства с 40 до 60 %.

Фронтальный каток выравнивает почву и подготавливает семенное ложе. Центральный ролик укладывает на почву пленку, которую удерживают боковые колеса. Затем загортачи присыпают края пленки почвой с каждой стороны для надежной фиксации.

После этого колеса сеялки со специальными трубками присасывают семена из бункеров, пробивают пленку и, когда каждая труба дос-

тигает вертикального положения, укладывают семена в почву. В конце маленькие колеса прикатывают семена под пленкой.

Такая конструкция сеялки обеспечивает однородный и точный высеv на одинаковую глубину и минимальное повреждение пластиковой пленки для ограничения испарения влаги.

При посеве обеспечивается равномерное и оптимальное размещение семян в почве на расстоянии между рядами – 35–75 см, расстоянии между семенами в ряду – 18 см, глубине посева – 4,5 см.

Среди преимуществ использования комбинированной машины для посева с мульчированием пленкой SPAPPERI SMP можно отметить:

- ✓ более ранний посев (примерно на 20 дней раньше);
- ✓ исключение сорной растительности;
- ✓ снижение доз удобрений и норм внесения гербицидов;
- ✓ исключение опасности образования почвенной корки;
- ✓ эффект теплицы – быстрый рост и раннее цветение;
- ✓ экономия воды для орошения примерно на 60 %;
- ✓ повышение урожайности на 40–60 %.

Таким образом, мульчирование посевов пленкой в зарубежных странах давно стало стандартной процедурой. Эта технология с успехом применяются при выращивании самых разнообразных культур – от овощей, земляники, ягодных кустарников до декоративных и лекарственных растений.

К сожалению, в Республике Беларусь этот метод не используется из-за отсутствия специальных агрегатов для применения данного способа возделывания, а покупка зарубежных аналогов обойдется очень дорого.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мульчирование: виды и правила применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrostory.com/info-centre/fans/mulchirovanie-vidy-i-osnovnye-pravila-primeneniya/>. – Дата доступа: 31.05.2021.

2. Обоснование конструкции высевашего аппарата для посева под мульчирующую пленку / В. И. Коцуба [и др.] // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2022. – № 1 (21). – С. 193–199.

3. Обоснование технологической схемы агрегата для посева сельскохозяйственных культур под мульчирующую пленку / К. Л. Пузевич [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – 2022. – Вып. 7. – С. 121–129.

4. Пузевич, В. В. Анализ машин для посева пропашных культур под мульчирующую пленку / В. В. Пузевич, В. И. Коцуба, К. Л. Пузевич // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – 2021. – Вып. 6. – С. 71–75.



УДК 631.358:633.521

СКОРОХОД Д. А., БУЛАТКИН А. Д.

**РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЧЕСЫВАЮЩЕГО  
МОДУЛЯ ЛЬНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА**

*Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., ст. преподаватель*

УО «Белорусская Государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** В настоящее время в Беларуси механизированная уборка льна-долгунца на семенные цели осуществляется преимущественно с применением льноуборочных комбайнов ЛК-4А, «Двина-4М» или КЛС-3,5 [2]. Применяемые в Беларуси льнокомбайны не в полной мере отвечают требованиям, предъявляемым к ним современным сельскохозяйственным производством, особенно это относится к очесывающе-транспортующему модулю, на котором происходит значительные повреждения стеблей и семенных коробочек. Также существенным недостатком работы льноуборочной техники является низкая эффективность работы на полеглом стеблестое [4–7].

Ранее нами было установлено, что ширина активной зоны гребневого очесывающего аппарата при работе на полеглом стеблестое меньше чем ширина зоны расположения семенных коробочек в формируемой теребивильным аппаратом ленте стеблей льна. Данное обстоятельство приводит к недоочесу высокопродуктивной части ленты льна.

**Цель работы.** Разработать конструкцию и обосновать параметры устройства позволяющего повысить эффективность использования очесывающего модуля льноуборочного комбайна при работе на полеглом стеблестое.

**Материалы и методика исследований.** Разработка и определение параметров предлагаемого устройства базируется на проведенных теоретических исследованиях растянутости ленты стеблей льна и формирования ширины зоны расположения семенных коробочек в ленте стеблей льна. Установлено, что для обеспечения очеса верхушечной части ленты стеблей льна при работе на полеглом стеблестое необходимо увеличить смещение очесывающего модуля льноуборочного комбайна в верх (по ориентации стеблей) на 0,07 м.

**Результаты исследования и их обсуждение.**

Правильная подача стеблей в зону очеса – когда зона расположения семенных коробочек на ленте находится в диапазоне ширины актив-

ной зоны очесывающего аппарата. Ширина зоны расположения коробочек определяется биологической урожайностью и растянутостью формируемой теребильным аппаратом [3]. Также существенное влияние оказывает высота теребления. Чем выше высота теребления, тем зона расположения семенных коробочек ближе к поперечному транспортеру и наоборот. Правильная подача ленты льна в зону очеса регулируется оператором посредством гидроцилиндра, смещая очесывающий модуль относительно поперечного транспортера вверх или вниз.

В случаях, когда культура полегшая, рабочего хода гидроцилиндра не достаточно для перемещения очесывающего модуля в зону расположения семенных коробочек льна в ленте, и значительная часть массы остается не очесанной, что приводит к значительным потерям семенного материала. Для недопущения этих потерь или их уменьшения нами предлагается оборудовать льноуборочный комбайн проставкой (рис. 1), позволяющей увеличить смещение очесывающего модуля вверх.

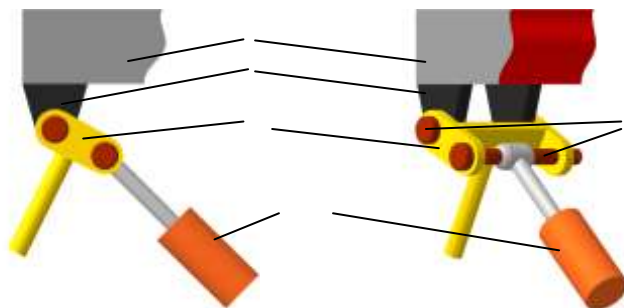


Рис. 1. Общий вид предлагаемого устройства: 1 – рама; 2 – кронштейн; 3 – проставка; 4 – гидроцилиндр; 5 – элементы фиксации.

К месту крепления проушины штока гидроцилиндра предлагается установить шарнирную проставку, совершающую не полное вращательное движение с возможностью ее фиксации. Механизатор при помощи рукоятки, имеющейся на проставке, сможет изменить положение пластины.

Проставка 3 представляет собой сварную конструкцию из двух пластин (рис. 1), соединенных между собой опорно-стопорной планкой на которой размещена рукоять. В пластине имеются по два от-

верстия, через которые осуществляется фиксация проставки на кронштейнах 2 одной стороной, а с другой шток гидроцилиндра 4, фиксация осуществляется посредством двух элементов фиксации (пальцев) 5.

Проставка имеет два рабочих положения (рис. 2): левое – соответствующее нормальным условиям работы комбайна, правое – соответствующее работе комбайна на полеглом льне. Фиксация проставки в рабочем положении достигается тем, что в левом положении усилие штока гидроцилиндра компенсируется упором опорно-стопорной планки в ребра кронштейна, а в правом положении за счет упора в ребра кронштейна с другой стороны. Размещение шарнира  $A$  выше оси  $OA$  исключает самопроизвольное перемещение проставки вниз. Таким образом механизм перемещения очесывающего модуля получит больший диапазон перемещения вверх.

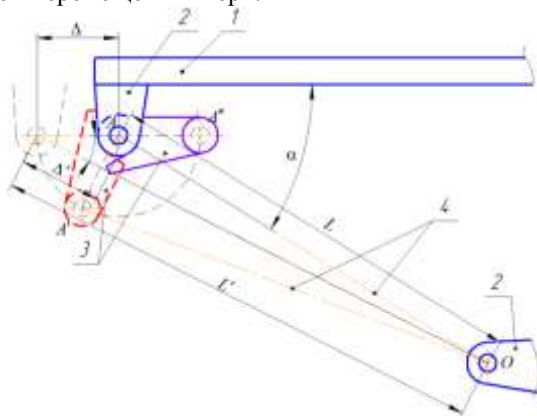


Рис. 2. Схема к определению параметров установки проставки:  
1 – рама; 2 – кронштейн; 3 – проставка; 4 – оси гидроцилиндра.

Для определения параметров проставки зададимся условиями:

- рабочий диапазон перемещения очесывающего модуля при работе в хороших условиях должен соответствовать диапазону предусмотренному заводом изготовителем;
- при работе на полеглом стеблестое смещение очесывающего модуля вверх должно соответствовать расчетному значению  $\Delta$ .

Таким образом имеем два крайних положения шарнира  $A$  соответствующие точкам  $A$ .

Из схемы (рис. 2) видно, что для определения координат точки  $A$  достаточно провести кривую радиусом  $\Delta$  с центром в точке  $A$  и кривую радиусом  $L$  с центром в точке  $O$ . Пересечение кривых дадут нам точку  $A$ . Для удовлетворения требования  $\Delta = AA$  ось  $AA$  должна быть параллельной раме  $I$  очесывающего модуля.

Из вышеизложенного следует, что основным параметром определяющим конструкцию проставки является  $\Delta$ .

Вместе с тем можно заметить, что применение проставки влечет за собой изменение угла  $\alpha$  установки гидроцилиндра по отношению к раме очесывающего модуля, что неизменно повлечет за собой изменение диапазона перемещения очесывающего барабана [1]. Существенность влияния изменения угла  $\alpha$  на диапазон перемещения очесывающего барабана требует уточнения.

**Заключение.** Применение разработанного нами устройства для повышения функциональности использования очесывающего модуля льноуборочного комбайна при работе на полеглом стеблестое позволит уменьшить потери семян льна связанного с недоочесом.

Конструкция предложенного устройства отличается простотой изготовления и низкой себестоимостью изготовления которой возможно в условия льносеющих хозяйств.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Авторское свидетельство № 165022 А1 СССР, МПК А01D 45/06. Льноуборочный комбайн: № 806261/30-15: заявл. 01.12.1962: опубл. 04.09.1964 / И. В. Баранов [и др.].
2. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В. А. Шаршунов [и др.] // Вестник БГСХА. – 2017. – № 2. – С. 137–141.
3. Астахов, В. С. Анализ формирования растянутости ленты льна-долгунца при уборке комбайновой технологией / В. С. Астахов, С. В. Курзенков, О. В. Гордеенко // Вестник БГСХА. – 2022. – № 2. – С. 180–186.
4. Курзенков, С. В. Методика расчета параметров слоя стеблей льна в зоне обмола / С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Вестник БГСХА. – 2022. – № 1. – С. 154–159.
5. Обоснование рациональной схемы расположения элементов и конструктивных параметров роторного устройства для отделения семенной части от стеблей льна / М. В. Цайц [и др.] // Вестник БГСХА. – 2022. – № 3. – С. 166–173.
6. Основы расчета рабочих органов машин и оборудования для производства семян льна / В. А. Шаршунов [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 156 с.
7. Шаршунов, В. А. Состояние льноводческой отрасли Республики Беларусь и пути повышения ее эффективности / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Вестник БГСХА. – 2019. – № 2. – С. 267–271.

УДК 631.358:633.521

ШЕВЧИК А. В., БУЛАТКИН А. Д.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОДАЧИ ЛЕНТЫ ЛЬНА В ЗОНУ ОЧЕСА ЛЬНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА**

*Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., ст. преподаватель*

УО «Белорусская Государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Основной технологией получения семян высоких посевных кондиций для Могилевской и Витебской областей является комбайновая [1]. Она предполагает производить уборку семенных посевов льна в стадии желтой и бурой спелости. При этом, основным средством, производящим терение с очесом является прицепной льноуборочный комбайн ЛК-4А.

Общие невозвратимые потери семян для льнокомбайна ЛК-4А и «Двина-4М» составляют в среднем 6,63 %, при его работе на короткостебельном льне – до 24,2 %, на полеглом стеблестое – до 60 %. Очесывающе-транспортирующий модуль комбайнов ЛК-4А и «Двина-4М» формирует ворох льна с содержанием стеблей в виде путанины до 70 % от общей массы, и не обеспечивает распределения вороха в прицепе. Одной из причин больших потерь семян льна является неправильная подача семясодержащей части ленты льна в зону очеса [2–4].

**Цель работы.** Установить зависимости для определения параметров подаваемой на очес ленты льна, ее зоны расположения семенных коробочек в ленте.

**Материалы и методика исследований.** Для достижения поставленной цели применены теоретические (анализ, идеализация и моделирование) и эмпирические (наблюдение, измерение, сравнение) методы научного исследования.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Достижение высокой степени отделения семенной части урожая от стеблей льна невозможно без правильной работой очесывающего модуля (зажимной транспортер и очесывающий барабан). Для правильной работы очесывающего модуля участок ленты льна  $h_{к.л}$  не должен выходить за пределы ширины активной зоны очеса  $B_{оч}$ . Ранее нами установлено, что участок ленты льна  $h_{к.л}$  – высота расположения семенных коробочек в подаваемой в зону очеса ленте льна, зависит от биологической урожайности льна (высоты стеблестоя, высоты расположения семенных коробочек в стеблестое) и технологических параметров работы уборочной

машины (высота тербления и кинематический показатель скоростного режима работы тербильного аппарата). Анализируя схему (рис. 1) формирования ленты льна и подвод ее в зону очеса можно отметить, что параметры ее подачи определяются высотой стеблестоя  $L_{ст}$  высотой тербления  $h_{тер}$ .

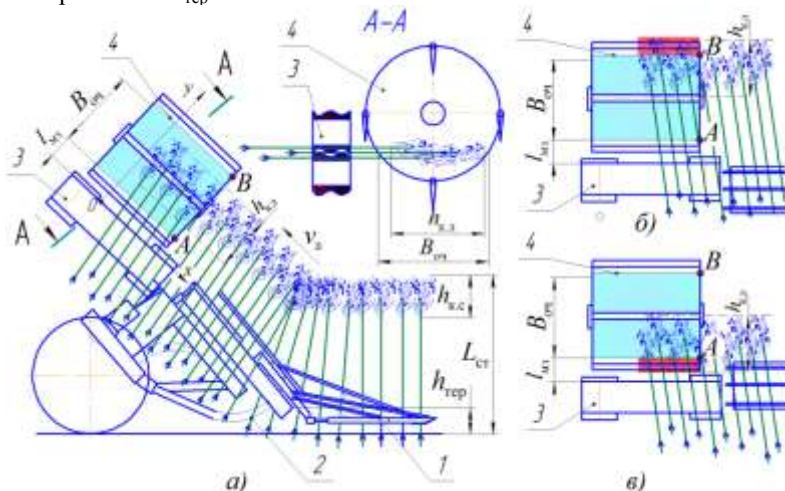


Рис. 1. Схема к определению параметров подачи ленты льна в зону очеса (а), схема выхода  $h_{к.д}$  за очесывающий барабан (б), схема выхода  $h_{к.с}$  перед барабаном (в): 1 – делитель; 2 – тербильный аппарат; 3 – зажимной транспортер; 4 – очесывающий барабан.

Учитывая особенности конструктивного исполнения и взаимного расположения элементов очесывающего модуля (очесывающий барабан и зажимной транспортер), ширина активной зоны  $B_{оч}$  неодинакова по длине и имеет трапециевидную форму. Со стороны входа в зону очеса, ширина зоны очеса меньше чем на выходе.

Взаимосвязь между радиусом очесывающего барабана и зоной расположения семенных коробочек в ленте льна можно проследить на графике (рис. 2). Из графика видно, что для очесывающего барабана диаметром 0,6 м максимальная возможная высота расположения семенных коробочек в подаваемой в зону очеса ленте льна составляет 0,62 м.

Вместе с тем, из рисунка 1 видно, что чем ниже будет осуществляться тербление, тем больше лента льна своей зоной расположения смещается к крайней части активной зоны очеса (точка В) и может

выходить за ее пределы. Такому смещению также способствует большая длина стеблей льна.

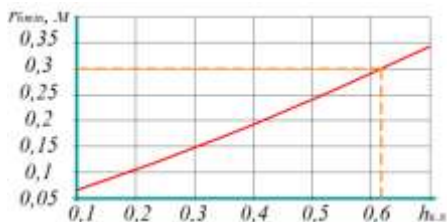


Рис. 2. График зависимости минимального радиуса очесывающего барабана от высоты расположения семенных коробочек в подаваемой в зону очеса ленте льна

Чем выше будет осуществляться теребление, тем больше лента льна своей зоной расположения смещается к крайней части активной зоны очеса (точка  $A$ ) и может выходить за ее пределы. Такому смещению также способствует короткая длина стеблей льна.

**Заключение.** На основании вышеизложенного следует отметить, что для качественного очеса лент льна однобарабанным очесывающим аппаратом высота расположения семенных коробочек в подаваемой в зону очеса ленте льна не должна превышать ширины активной зоны очесывающего барабана. При этом диапазон перемещения очесывающего модуля должен удовлетворять максимальным возможным смещениям ленты льна, что особенно актуально при работе на полеглом льне.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В. А. Шаршунов [и др.] // Вестник БГСХА. – 2017. – № 2. – С. 137–141.
2. Курзенков, С. В. Обоснование скорости зажимного транспортера обмолачивающего устройства линии первичной переработки льна / С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Агропанорама. – 2022. – № 1. – С. 14–19.
3. Шаршунов, В. А. Основы расчета рабочих органов машин и оборудования для производства семян льна: монография / В. А. Шаршунов [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 156 с.
4. Шаршунов, В. А. Состояние льноводческой отрасли Республики Беларусь и пути повышения ее эффективности / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Вестник БГСХА. – 2019. – № 2. – С. 267–271.

Секция. **Механизация животноводства и электрификация  
сельскохозяйственного производства**

УДК 631.17

ВЕРЕМЬЕВ И. В.

**РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

*Научный руководитель – МАЧЁХИН К. А., ст. преподаватель*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Суть ресурсосберегающего животноводства состоит в ускорении перехода от управления процессами содержания поголовья, ухода за ним и получения продукции молочно-товарных ферм и промышленного свиноводства к управлению общей рентабельностью сельхозпредприятия путем использования современных средств электроники и сенсорных датчиков, значительно повышающих эффективность производства продукции и снижающих затраты труда и внутрихозяйственные риски [1–4, 7, 8].

Использование новых инструментов принятия решений и новых технологий обеспечивает повышение качества продукции и прибыли на основе широкомасштабной разработки и внедрение средств автоматизации, в том числе программируемых робототехнических комплексов и систем интеллектуальной поддержки [5, 6, 9].

**Цель работы.** Рассмотреть ресурсосберегающие технологии и системы автоматизации в животноводстве.

**Материалы и методика исследований.** Энергозатраты на использование энергосберегающих технологий в подготовке кормов к скармливанию составляют 20–30 % от общих энергозатрат на корма. Из этих соотношений выбираются машины и агрегаты, необходимые для кормоприготовления. В направлении формирования энергосберегающих технологий производства и приготовления кормов, позволяющих повысить экономическую эффективность животноводческой отрасли в целом можно назвать следующие пути:

– внедрение энергосберегающих технологий возделывания, уборки, переработки и хранения растительных кормов;



- рациональное размещение животноводческих предприятий и объектов кормопроизводства с целью снижения затрат на транспортирование кормов;
- применение экономичных машин и агрегатов, а также энергосберегающих приемов для механизации технологических процессов при производстве и приготовлении кормов;
- приготовление полноценных кормовых рационов на основе менее энергозатратных кормов [9].

Необходимо отметить, что в отходах животноводства содержится около 30 % энергии корма и наиболее эффективным является их комплексная переработка в биогаз, что позволяет полностью замкнуть производственный цикл. Биогаз, полученный из отходов животных содержит 60–75 % метана и 30–35 % углекислого газа. Биогаз получается за счет анаэробного сбраживания органического вещества, при этом с 1 м<sup>3</sup> биореактора «снимают» 1,5 м<sup>3</sup> биогаза в сутки. Энергосодержание 1 м<sup>3</sup> такого газа составляет 26 МДж, что эквивалентно 0,5 кг дизельного топлива или 0,7 природного газа. То есть анаэробная обработка отходов позволяет уменьшить расход исчерпаемых энергоресурсов на технологические нужды, поскольку источником энергии выступает биогаз [5, 6].

Значительными резервами экономии энергоресурсов кроме использования доильного оборудования может быть использование новых марок оборудования для первичной обработки молока, так называемые теплохолодильные установки.

Хорошим примером энергосбережения является утилизация тепловой энергии надоенного молока в современных тепло-холодильных агрегатах, которые обеспечивают не только охлаждение молока, но и подогрев воды для технологических нужд фермы. Правильное использование пластинчатых охладителей обеспечивает одновременное сохранение свойств молока и подогрев воды для поения животных.

Использования гелиоводонагревателей (ГВП-20 и др.) для подогрева воды, а также установок, обеспечивающих использование естественного холода для охлаждения молока (охладитель молока сезонного действия ОМС-12). Уменьшение затрат на создание вакуума достигается путем использования водокольцевых вакуумных насосов, качественного уплотнения магистралей молокопровода и других мер.

Экономия энергии может быть достигнута также за счет рационального режима вентиляции молочного помещения, где смонтированы холодильные установки. Быстрое охлаждение до 4<sup>0</sup> способствует:

повышению качества молока; увеличивает срок хранения молока; сокращение транспортных расходов.

**Заключение.** Таким образом, эффективность технологических процессов в животноводстве определяется системным решением комплекса задач:

выбор наиболее рациональной технологии производства продукции животноводства и способа содержания животных;

применение наименее энергоёмких средств механизации и электрификации фермы;

учет индивидуальных особенностей животных и обеспечение физиологичности технологических процессов на ферме;

применение современных средств автоматизации контроля и управления процессами;

использование альтернативных источников энергии и утилизация вторичных энергетических ресурсов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 312 с.
2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
3. Мачёхин, К. А. Ресурсосберегающие технологии в животноводстве / К. А. Мачёхин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 86–88.
4. Охрана окружающей среды и энергосбережение: курс лекций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geum.ru/next/art-389297.leaf-5.php>. – Дата обращения: 15.03.2022.
5. Ресурсосберегающая деятельность в животноводстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studopedia.ru/4\\_111452\\_resursosberegayushchaya-deyatelnost-v-zhivotnovodstve.html](https://studopedia.ru/4_111452_resursosberegayushchaya-deyatelnost-v-zhivotnovodstve.html). – Дата обращения: 15.03.2022.
6. Ресурсосберегающее животноводство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.vetmagazines.ru/izdaniya/vetvesnik/arhiv\\_veterinarnii\\_vestnik\\_2012/veterinarnii\\_vestnik\\_3\\_\(138\)\\_mart\\_2012/-resursosberegayushee\\_jivotnovodstvo/](http://www.vetmagazines.ru/izdaniya/vetvesnik/arhiv_veterinarnii_vestnik_2012/veterinarnii_vestnik_3_(138)_mart_2012/-resursosberegayushee_jivotnovodstvo/), свободный. – Дата обращения: 15.03.2022.
7. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 103 с.
8. Цвирков, В. В. Перспективные направления ведения аграрного бизнеса в условиях ландшафтно-усадбных поселений / В. В. Цвирков, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2021. – № 3. – С. 15–19.
9. Энергосбережение при производстве и использовании кормов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://rep.bsatu.by/bitstream/doc/12550/1/Avdej-A-EHnergo\\_sbe-rezhenie-pri-proizvodstve-i-ispolzovanii.pdf](https://rep.bsatu.by/bitstream/doc/12550/1/Avdej-A-EHnergo_sbe-rezhenie-pri-proizvodstve-i-ispolzovanii.pdf). – Дата обращения: 16.03.2022.

УДК 345.67

ВОРОНОВИЧ Г. Н.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК**

*Научный руководитель – МЕЛЕХОВ А. В., ст. преподаватель*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** В Республике Беларусь сельское хозяйство является приоритетной отраслью национальной экономики. Агрпромышленная политика направлена на то, чтобы сделать ее высокоэффективной и существенно повысить надежность обеспечения страны продукцией сельского хозяйства, улучшить ее качество. В связи с нарастанием темпов развития рыночных отношений в экономической системе республики необходимо ускорение структурных изменений в сельском хозяйстве. Широкое внедрение новейших научно-технических достижений вызывает здесь сокращение занятости как фактора роста производительности труда, ведущего к повышению конкурентоспособности и доходности сельского хозяйства [1, 7–13].

Сельскому хозяйству характерна сезонность производства. В течение года неравномерно используются трудовые ресурсы, техника, материалы. Так, некоторые виды техники могут быть использованы только от 10 до 30 дней. Эта особенность влияет на такие показатели, как обеспеченность и использование основных средств производства, земельных, трудовых и финансовых ресурсов.

В решении поставленных задач приоритетное место занимает МТС АПК, включающая инновационные и агроинженерные технологии производства сельскохозяйственной продукции, инженерно-техническую сервисную инфраструктуру, а также отрасли, обеспечивающие АПК техникой и энергетическими ресурсами.

Вопросам организации агросервиса в сельском хозяйстве в целом посвящено большое количество научных работ. Проблемы формирования и функционирования агросервиса в сельском хозяйстве нашли отражения в научных трудах белорусских и зарубежных ученых: А. С. Сайганова, А. П. Шпака, В. П. Миклуша, П. А. Андреева, В. Ю. Грицыка, В. И. Драгайцева, Ю. А. Конкина, Л.Ф. Кормакова и др. [2–6].

**Цель работы** – совершенствование технического сервиса в АПК.

**Материал и методика исследований.** В процессе проведения исследования использовались экономико-статистические и общелогические (анализ, синтез, аналогия, обобщение) методы.

Система эффективного использования машин базируется на трех основных принципах:

- 1) применение современных машин как основы высоких сельскохозяйственных технологий,
- 2) прогрессивные формы организации труда, включая оплату;
- 3) современный технический сервис, обеспечивающий работоспособность машин за весь срок их использования.

Важную роль в обеспечения надежного функционирования машинно-технологической системы играет инженерно-техническая сервисная инфраструктура. Объем работ, выполняемых различными организациями сервисной инфраструктуры АПК Беларуси в стоимостном выражении составляет не более 25 % стоимости производимой отраслью продукции, в то время как в зарубежных странах она превышает 40 % и более. В стоимость этих работ включаются: услуги по выполнению технологических операций при производстве сельскохозяйственной продукции; технический сервис машин, включающий техническое обслуживание и ремонт (в том числе в гарантийный период эксплуатации); энергетическое обеспечение потребителей сельского хозяйства топливосмазочными материалами и электроэнергией, транспортное обеспечение сельскохозяйственных товаропроизводителей; специальные услуги, в том числе связанные с применением техники (мелиоративные работы, агрохимическое обслуживание, обеспечение семенами и т. п.), формирование вторичного рынка (подержанной техники рынка); услуги по повышению квалификации специалистов сельскохозяйственных предприятий (информационно-консультационная служба, целевая подготовка кадров по информационному обслуживанию, технологическому проектированию производства и т. д.).

В сфере производства сельскохозяйственной продукции занято большое количество машин и оборудования, эксплуатация которых сопровождается естественным изнашиванием и ухудшением технико-экономических показателей. Эффективное использование машинно-тракторного парка в значительной степени зависит от уровня организации технического сервиса. Гармоничное развитие всех составляющих технического сервиса создает выгодные условия для производственной деятельности всех его участников: производителей машин, их потребителей и посредников.

Создание развернутой и хорошо организованной в технологическом и техническом аспектах сети предприятий технического сервиса

является неременным условием успешной работы аграрного сектора экономики.

В Беларуси, как и во всем мире, развитие сельскохозяйственной техники направлено на выпуск энергетических средств, охватывающих большинство технологических операций производства сельскохозяйственной продукции. На государственном уровне реализуется стратегия повышения уровня энергообеспеченности АПК за счет применения инновационной мощной техники, конкурентоспособной как на внутреннем, так и на внешнем рынке. Проводимая техническая политика, позволила стране выйти на один из самых высоких показателей энергообеспеченности в странах СНГ – более 240 л. с. на 100 га сельскохозяйственных угодий.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Проведенные исследования свидетельствуют, что недостаточная реализация имеющегося технического потенциала связана в основном с неэффективной эксплуатацией имеющегося энергоемкого оборудования и значительным дисбалансом в структуре машинно-тракторного парка.

Наблюдается тенденция сокращения количества техники и оборудования, что свидетельствует о замещении малоэффективных машин на технику нового поколения, которая выполняет несколько технологических операций.

На республиканском уровне весь комплекс услуг по обеспечению сельскохозяйственного производства машинами, оборудованием и приборами, эффективному использованию и поддержанию их в исправном техническом состоянии осуществляется республиканским объединением «Белагросервис». На областном и районном - обслуживающими организациями «Агросервис», которые находятся в подчинении вышестоящей организации, либо взаимодействуют с ней и между собой на основе договоров о сотрудничестве.

В Беларуси зона деятельности предприятий технического сервиса ограничивается территорией административного района. Сельскохозяйственному производству характерны такие особенности как выполнение работ в сжатые сроки, невозможность создания запасов и другие. Несмотря на то, что в границах административного района производится и потребляется основная часть услуг ремонтно-обслуживающих предприятий, сложный ремонт сельскохозяйственной техники (капитальный ремонт двигателей, трансмиссий, ходовой части) осуществляется на уровне области или республики. Таким образом,

региональный рынок агротехнических услуг занимают агросервисные предприятия различного профиля.

Постепенно в сельском хозяйстве страны происходит модернизация сельскохозяйственного автопарка за счет применения более современной и мощной техники. При этом наблюдается тенденция падения энергооснащенности в сельском хозяйстве.

В Республике Беларусь приоритет отдается поставкам отечественной техники. Однако, сельскохозяйственные организации, имеющие возможность самостоятельно закупать технику, предпочитают импортную. Это связано с уровнем качества изготовления отечественной техники. Например, у белорусских зерноуборочных комбайнов средняя наработка на отказ составляет не более 30 ч, в то время как импортных – более 100 ч. Низкая выработка обусловлена недостаточной надежностью машин по вине завода-изготовителя и ошибками персонала сельскохозяйственных организаций при эксплуатации. Несмотря на то, что в Беларуси имеется современная энергонасыщенная сельскохозяйственная техника и ее стоимость значительно ниже иностранных аналогов, многие сельскохозяйственные производители предпочитают работающую дорогую импортную технику, чем простаивающую дешевую. За счет высокой надежности и производительности эксплуатация импортной техники более выгоднее отечественной. В сельском хозяйстве важно выполнять в срок необходимые агротехнические работы.

В связи с тем, что во многих сельскохозяйственных организациях отсутствует необходимое диагностическое и ремонтно-технологическое оборудование, возрастает необходимость повышения эффективности фирменного технического сервиса сельскохозяйственных товаропроизводителей, включающего предпродажную подготовку в соответствии с нормативно-технической документацией и реализацию сельскохозяйственной техники, гарантийное и послегарантийное техническое обслуживание средств производства.

В Беларуси функционирует сеть региональных дилерских технических центров, являющихся связующим звеном (посредником) между заводами (фирмами) – изготовителями сельскохозяйственной техники и оборудования производителями сельскохозяйственной продукции – потребителями машин и запасных частей. Зона обслуживания дилерским центром не ограничивается масштабом одного района, а имеет межрайонный уровень. Дилерские центры проводят гарантийное и

послегарантийное обслуживание техники нескольких заводов-изготовителей.

Например, дилерский технический центр РО «Белагросервис» имеет специализированные выездные бригады, осуществляет обслуживание импортной и отечественной техники (ОАО «Лидаагропроммаш», ОАО «Воронежсельмаш», РУП «Бобруйскагромаш» и др.). Зона обслуживания дилерского центра распространяется на всю территорию страны.

В большинстве стран основную часть функций технического сервиса выполняют дилеры. Некоторые из них входят в состав фирм сельскохозяйственного машиностроения, однако юридически они от них не зависят и связаны лишь договорными отношениями. В последнее время все чаще встречаются дилерские предприятия, налаживающие договорные отношения с несколькими фирмами.

Основные функции дилерской службы - организация продажи фермерам техники, оборудования и запасных частей к ним, выявление спроса фермерских хозяйств на машины, их финансовых возможностей (платежеспособности), составление заказов на поставку машин и запасных частей в обслуживаемый регион, реализация техники и проведение расчетов за нее, реклама продукции определенной фирмы, демонстрация новых машин в производственных условиях и т. п.

Эта деятельность составляет обычно 70–85 % от общего объема услуг дилерских организаций. Вместе с тем в условиях свободной конкуренции на рынке фирм-производителей машин все большее значение приобретает сервис проданных машин как в гарантийный период, так и в течение всего срока службы.

Важнейшими функциями дилерских предприятий также являются предпродажное обслуживание и регулировка продаваемых машин, устранение мелких неисправностей, а после продажи – технический сервис в гарантийный период, консультация фермеров по правилам эксплуатации техники, замена отдельных деталей в случае выявления их дефектов, информирование фирмы-изготовителя о характере неисправностей машины, агрегатах и узлах с низким уровнем надежности, что способствует устранению недостатков и повышению качества изготовления последующих партий машин.

Выбор фермером того или иного варианта приобретения техники обосновывается целым рядом факторов: ее стоимостью, возможными скидками, ссудным процентом, лизинговыми и процентными ставка-

ми, расценками на подрядные работы, налогообложением, доступом к источникам кредитования, способами финансирования.

Потребность в технике дилеры прогнозируют на два–три года. Техника продается им со скидкой 15–35 %, а они в свою очередь реализуют ее фермерам по ценам, которые рекомендует фирма-производитель. При этом скидка покрывает расходы дилера, а за счет нее формируется прибыль.

Сложная часть работ по обеспечению работоспособности машин: восстановление изношенных деталей, ремонт двигателей, агрегатов гидросистем, электрооборудования – выполняется специализированными производствами, размеры которых колеблются в очень широких пределах. Например, есть заводы по ремонту двигателей различных марок с производственной программой 40–60 тыс. шт. в год.

Наряду с крупными существуют мелкие специализированные предприятия с количеством рабочих от 10 до 30 чел., выполняющие узкую номенклатуру работ (восстановление деталей 5–6 наименований, ремонт карбюраторов, генераторов и т. д.), благодаря чему достигается значительное использование производственных мощностей при небольших площадях, удается задействовать высокоэффективные технологии и обеспечить высокое качество выпускаемой продукции при низкой ее себестоимости.

**Заключение.** Таким образом, анализ отечественного опыта технического сервиса в АПК позволяет составить следующий план действий по улучшению качества и общих показателей данного комплекса услуг:

1) Создание технических центров на базе ремонтно-обслуживающих предприятий районного уровня (райагропромтехника и др.). Привлечение к ним производителей комплектующих узлов и агрегатов, а также предприятия смежных отраслей, применяемых в сельском хозяйстве.

2) Организация на базе ремонтно-обслуживающих предприятий районного уровня систематического обучения инженерно-технического персонала сотрудников современным методам диагностики неисправности машин.

3) Стимулирование сельскохозяйственных производителей к обновлению машинного парка через прием старой техники в счет стоимости при покупке новой.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 11 марта 2016 г., № 196 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2018.
2. Миклуш, В. П. Организация технического сервиса в агропромышленном комплексе: учебное пособие / В. П. Миклуш, А. С. Сайганов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 607 с.
3. Миклуш, В. П. Совершенствование дилерской системы технического сервиса в АПК Республики Беларусь / Миклуш В. П. [и др.] // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 9 июня 2016 г. – Минск: БГАТУ, 2016. – С. 34–41.
4. Петровец, В. Р. Производственные технологии и техническое обеспечение процессов в сельскохозяйственном производстве / В. Р. Петровец. – Горки: БГСХА, 2022. – 240 с.
5. Сайганов, А. С. Повышение эффективности функционирования системы производственно-технического обслуживания сельского хозяйства / А. С. Сайганов, под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2012. – 311 с.
6. Сайганов, А. С. Совершенствование системы технического сервиса сельскохозяйственной техники и оборудования в современных условиях / А. С. Сайганов // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2016. – № 4. – С. 53–64.
7. Сапожников, С. С. Способы переработки отходов льна масличного в топливный брикет / С. С. Сапожников, В. Н. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 70–72.
8. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / З. В. Якубовская (отв. за выпуск), Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2018. – 235 с.
9. Серебрякова, Н. Г. Эргономика производственных систем / Н. Г. Серебрякова, Т. В. Молош, Е. И. Подашевская. – Минск: БГАТУ, 2021. – 168 с.
10. Такун, А. П. Лизинг новой сельскохозяйственной техники в Белоруссии: состояние и проблемы / А. П. Такун // Агробизнес: экономика – оборудование – технологии. – 2015. – №7. – С. 51–62.
11. Технический сервис в сельском хозяйстве / П. А. Андреев [и др.]. – Москва: Колос, 1993. – 48 с.
12. Цвирков, В. В. Перспективные направления ведения аграрного бизнеса в условиях ландшафтно-усадебных поселений / В. В. Цвирков, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2021. – № 3. – С. 15–19.
13. Эркинхожиев, И. И. Пути повышения экономической эффективности использования техники в сельском хозяйстве Республики Узбекистан / И. И. Эркинхожиев // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 154–155.

УДК 635.1

КОЛИБАБА Е. Ю.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ АВТОПОИЛКИ АП-1А**

*Научный руководитель – КРУПЕНИН П. Ю., канд. техн. наук, доцент*  
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Вопрос о технологии обслуживания коров очень важен, так как требует больших затрат энергии и трудовых ресурсов [2, 3].

Не менее важен выбор оптимальной системы подачи питьевой воды коровам. В данном случае важно учитывать соблюдение зоотехнических и ветеринарных требований производителями оборудования. Технология подачи воды для ферм с привязным содержанием будет немного отличаться от поилок для коров, находящихся на свободном выгуле [1, 4].

В водоснабжении широкое распространение получают автоматизированные установки с пневмогидроаккумуляторами и применением современного регулируемого электропривода насосных агрегатов, обеспечивающих высокое качество и надежность подачи воды на фермы при минимальных затратах на технологическое обслуживание. Для пастбищных условий осваиваются насосные и энергетические установки, использующие энергию ветра. Поставлены на производство автоматизированные водопойные пункты с регулируемым уровнем и температурой в поисках [4].

**Цель работы.** Обосновать усовершенствование конструкции индивидуальной автопоилки АП-1А для повышения ее эксплуатационной надежности в зимний период.

**Материалы и методика исследований.** Информационной базой послужили методические указания по автопоилке АП-1А, а также каталоги производителей аналогичного оборудования.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Автопоилка АП-1А предназначена для поения двух голов крупного рогатого скота при их привязном содержании в любом коровнике, имеющем водопроводную магистраль. Поилку можно присоединять к водопроводу с трубным вертикальным стояком как при верхнем, так и при нижнем разводе воды. Стык между трубой и седлом уплотняют резиновой прокладкой. Автопоилка представляет собой чугунную чашу с пружинно-клапанным механизмом. В нейтральном положении под действием

пружины механизма клапан плотно закрывает выходное отверстие в седле. Педаль в этом случае приподнята над дном чаши [2].

Когда животное, пытаясь достать воду, давит на педаль, пружина сжимается, клапан открывается, и вода под напором через отверстие в корпусе поступает в чашу. Как только животное отпускает педаль, клапан под действием пружины вновь закрывается, и поступление воды в чашу прекращается.

Молочная корова нуждается в 4–5 литрах воды в расчете на 1 кг молока. Для производителя молока это значит, что он всегда должен приучать корову пить как можно больше, чтобы исключить снижение удоев из-за ограничения потребления воды.

Коровы выпивают в среднем 5–8 литров воды в минуту, при большой жажде – до 24 литров. Они предпочитают температуру воды, близкую к температуре тела. Что бы снизить конкуренцию, поилки должны быть расположены так, чтобы одновременно могли пить много коров. Как стадное животное корова охотнее пьет в обществе.

Поилки должны находиться через каждые 15 метров, недалеко от кормового стола (кормушек), чтобы корове не приходилось преодолевать большие расстояния, т. к. она обычно чередует еду и питье.

Автопоилка АП-1А служит для тех же целей, что и ПА-1. Отличается от нее конструкцией отдельных элементов. Кроме седла, клапана и амортизатора все детали выполнены из пластмассы. Роль пружины выполняет резиновый амортизатор.

Автопоилка групповая с электроподогревом АГК-4А применяется для поения животных на открытых площадках в зимнее время. Ее можно устанавливать также внутри помещений. Основные части поилки: корпус с теплоизоляцией, в которой размещены поильная чаша вместимостью 50 л, клапанно-поплавковый механизм, электронагревательный элемент мощностью 1 кВт и терморегулятор. Электронагреватель расположен под днищем чаши, он служит для подогрева воды в зимний период. В теплое время года электронагреватель отключают.

В итальянских индивидуальных автопоилках La Buvette с электроподогревом вода из водопроводной сети подается в чашу при перемещении поплавка гибким рычагом вверх или вниз. Поплавок устанавливают в таком положении, чтобы при заборе воды из чаши клапанно-поплавковый механизм открывался и из системы водопровода поступала новая порция воды. При достижении необходимого уровня клапан должен полностью перекрывать поступление воды в чашу. При регулировке воду сливают через трубу.

После наполнения чаши водой до заданного уровня включают электросеть. При этом система электроподогрева должна автоматически включиться. Терморегулятор должен автоматически отключать и выключать нагреватель, поддерживая температуру воды в чаше в заданном диапазоне (обычно +12 °С).

При установившемся режиме подогрева автопоилка подготовлена к поению животных.

В летний период отключают систему электроподогрева от электросети выключателем, установленным на главном щите.

**Заключение.** Для автопоилки АП-1А предлагается выполнить подогрев чаши термошнуром длиной 3 м. Напряжение питания нагревательного элемента составит 24 В при мощности 30 Вт. Термошнур должен укладываться витками в специальном креплении из резины, расположенном под чашей поилки. Для равномерного распределения тепла снизу чаши на поилку должна быть наклеена алюминиевая пленка.

Чтобы защитить клапан от замерзания, на него сверху наматывается термошнур тремя плотно прилегающими друг к другу витками. Остатком термошнура длиной около 2 м обматывают трубу подключения и утепляют ее теплоизоляцией.

Предлагаемая модернизация автопоилки АП-1А также увеличит потребление воды животными, что предотвратит снижение привесов и удоев молока в холодное время года.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Казаровец, Н. В. Технологии, оборудование и технический сервис в молочном животноводстве: монография / Н. В. Казаровец, В. П. Миклуш, М. В. Колончук. – Минск: БГАТУ, 2007. – 556 с.
2. Крупенин, Ю. А. Использование прибора проверки доильных установок ППДУ-01 для диагностирования вакуумных насосных станций / Ю. А. Крупенин, П. Ю. Крупенин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 130–135.
3. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 103 с.
4. Техническое обеспечение животноводства: учебник / А. И. Завражнов [и др.]. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 516 с.

УДК 631.358:631.572

КОРЕКА Е. С.

## **РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАЗДАТЧИКА-ВЫДУВАТЕЛЯ СОЛОМЫ РВС-2500**

*Научный руководитель – КУЛИК А. М., ассистент*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Грубые корма – это сухие растительные корма с высоким содержанием клетчатки (от 25 до 45 %). К грубым кормам относятся: сено, гумённые корма (солома, мякина), веточный корм, высушенные водоросли. Грубые корма являются обязательным компонентом зимних рационов травоядных животных. Около половины потребляемых в зимний период кормовых единиц и переваримого протеина животные получают из грубых кормов. Корма этой группы обеспечивают нужный объем рациона и рыхлую консистенцию кормовых масс, что способствует нормальному пищеварению у травоядных животных. Молодняк, для ускорения развития пищеварительного аппарата, с раннего возраста приучают к поеданию грубых кормов [1–2].

Сено – высушенные стебли и листья травянистых растений, скошенных в зеленом виде до достижения ими полной естественной зрелости. Применяются в качестве продукта питания для животных в тех районах, где климатические условия не позволяют круглогодичное использование свежих кормов [2].

Солома – сухие стебли злаковых и бобовых зерновых культур, остающиеся после обмолота, а также стебли льна, конопля, кенафа и других растений, освобожденные от листьев, соцветий, семян.

Зоотехнические требования к подготовке кормов к скармливанию животным заключаются в следующем. При их измельчении длина резки должна быть 30–40 мм, а стебли должны быть расщеплены вдоль волокон и перемяты, это повышает усвояемость животными грубых кормов, а значит и повышает их продуктивность [1, 3–5].

**Цель работы.** Расширить функциональные возможности раздатчика-выдувателя соломы РВС-2500.

**Материалы и методика исследований.** Информационными материалами послужили методические указания по РВС-2500, а также каталоги производителей подобного оборудования.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Прицепной раздатчик-выдуватель соломы РВС-2500 «Хозяин» производства ООО «Запагромаш» предназначен для самозагрузки, транспортировки и измельчения спрессованных в тюки грубых кормов (сено, сенаж) и подстилочного материала (солома).

Раздатчик-выдуватель соломы РВС-2500 оборудован измельчающим аппаратом барабанного ножевого типа. Измельчающий аппарат состоит из 2-х вращающихся режущих барабанов с закрепленными на их 132-ю ножами и 10 противорежущих элементов, расположенных на балке. Регулирование зазора между барабанами и противорежущими элементами производится путем поворота балки в пазах кронштейнов. Увеличение или уменьшение величины этого зазора соответственно увеличивает или уменьшает длину резки грубого корма.

Показатели процесса производительности РВС-2500: производительность за 1 час времени работы составляет 3 т. Размер измельченной массы грубых кормов (соломы) составляет 60–100 мм. Максимальная дальность бросания до 16 м. Основным недостаткам машины является то, что он может измельчать только грубые корма.

Проанализируем режущие аппараты других машин для измельчения кормов, а также их технические характеристики:

Резчик рулонов РР-1500 используется для самозагрузки, транспортировки и измельчения рулонов сена, сенажа и соломы с подачей измельченной массы в бурт, на кормовой стол или подстилку. Измельченная масса используется для кормления, загрузки в смеситель-раздатчик или в качестве подстилочного материала.

Измельчение в резчике рулонов с одним фрезерным барабаном представляет собой процесс непосредственного измельчения рулона ножами (48 прямых, 16 изогнутых), установленными на фрезерном барабане, с выбросом материала на правую сторону. Дальность выброса регулируется при помощи дистанционно управляемой гидравлической заслонки.

Производительность резчика рулонов: размер фракции подстилочного материала 60–150; максимальная высота выгрузки на кормовой стол или в кормушку, 800 мм.; производительность за 1 час времени работы составляет 2,5 т. Измельчитель работает с грубыми кормами.

Измельчитель грубых кормов Tomahawk T404M имеет двухстадийный измельчающий аппарат. На первой стадии рулон режется четырьмя центральными ножами, на второй – доизмельчается шарнирно закрепленными лезвиями или с молотками. Использование молотков

необходимо для работы с решетом с размером отверстий менее 15 миллиметров или для работы в каменистых условиях.

Производительность Tomahawk T404M: длина на выходе, 150–200 мм; радиус разбрасывания до 10 метров при 540 об./мин и 13 метров при 1000 об./мин. Производительность регулируется скоростью барабана в пределах 2,5–3 т в час. Работает только с грубыми кормами.

Измельчитель рулонов грубых кормов ИГК-5 предназначен для самозагрузки, транспортировки, измельчения и раздачи в кормушки, на выгульные площадки, при необходимости в транспортные средства спрессованных в рулоны грубых кормов (сенаж, сено, солома) при привязном и беспривязном содержании крупного рогатого скота. Конструкция измельчающего устройства ИГК-5 состоит из 2-х барабанов с сегментными ножами.

Производительность ИГК-5 за 1 час времени работы составляет 3 т; высота подачи подстилочного материала, 1100–2100 мм; дальность подачи подстилочного материала 15 м.

**Заключение.** На основании анализа конструкций измельчителей грубых кормов предлагаем усовершенствовать измельчитель рулонов грубых кормов РВС-2500 следующим образом: установить козырек, который позволит производить измельчение не только грубых, но и сочных, зеленых и других видов кормов. Данная модернизация является перспективной, так как РВС-2500 становится универсальным разбрасывателем, а его модернизация не приведет к большим экономическим затратам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вагин, Ю. Т. Технологии и техническое обеспечение производства продукции животноводства: учебное пособие / Ю. Т. Вагин, А. С. Добышев, А. П. Курдеко; под ред. А. С. Добышева. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – 640 с.
2. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 103 с.
3. Семенов, А. А. Требования безопасности труда при использовании кормораздатчика ПРСК-12 с загрузочной фрезой / А. А. Семенов, А. М. Кулик // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 97–98.
4. Хазанов, Е. Е. Технология и механизация молочного животноводства : учебное пособие / Е. Е. Хазанов, В. В. Гордеев, В. Е. Хазанов. – 2-е изд. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 352 с.
5. Шило, И. Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства / И. Н. Шило, В. Н. Дашков. – Минск: БГАТУ, 2003. – 183 с.

УДК 628.385

ОСТРЕЙКО А. А.

## **ПОЛУЧЕНИЕ БИОГАЗА ИЗ СМЕСЕЙ СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

*Научный руководитель – ПУЗЕВИЧ К. Л., канд. техн. наук, доцент*  
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Биогазовая установка может эксплуатироваться на сырье исключительно животного происхождения, ровно, как и только на растительном сырье. Однако многолетним практическим опытом реализации биогазовых технологий доказана эффективность ферментации многокомпонентных субстратов, в частности смеси растительного и животного сырья. Такое комбинирование позволяет обеспечить максимально сбалансированную технологическую схему биогазового производства [1, 3, 6].

Увеличение производительности биогазовых установок невозможно достичь без смешивания различных видов сырья.

**Цель работы** – анализ использования сырья растительного и животного происхождения в биогазовых установках с обоснованием необходимости его смешивания для увеличения выхода биогаза.

**Материалы и методика исследований.** Для решения поставленных задач использовались различные литературные источники: публикации, материалы научных конференций, интернет-ресурсы посвященные решению данной проблемы [1–8].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В большинстве развитых стран компостируемые травы, побочные продукты АПК, остатки от ухода за ландшафтами городов и обочинами дорог используют с целью получения энергетических ресурсов. Зеленые отходы не выбрасываются, не накапливаются стихийно, а подвергаются энергетическому превращению в биогазовых установках.

Растительное сырье отлично подходит для производства биогаза: из свежей травы можно получить максимальный выход топлива – до 250 м<sup>3</sup> на тонну сырья, содержание метана до 70 %. Несколько меньше, до 220 м<sup>3</sup> можно получить из кукурузного силоса, до 180 м<sup>3</sup> из свекольной ботвы, 100 м<sup>3</sup> из тонны сена [5, 6].

Когда же мы говорим о переработке отходов животноводства на биогазовых установках, то имеем ввиду прежде всего твердый и жид-



кий навоз КРС и свиней, птичий помет, отходы молокозаводов, боен, перерабатывающих предприятий и др.

Среди всех видов сырья животного происхождения наиболее контролируемым и требующим наименьшего предварительного вмешательства, является навоз КРС. За ним следуют несколько более агрессивные по составу отходы свиноводства. Наибольшего внимания требует сбраживание птичьего помета. При использовании птичьего помета в качестве сырья для биогазовой установки необходимо соблюдать двухстадийную технологию его переработки, для чего устанавливается реактор гидролиза, позволяющий контролировать уровень кислотности, что приводит к удорожанию биогазовой установки. Поэтому помет лучше всего перерабатывать по обычной одностадийной технологии в смеси с другими видами сырья, например с навозом или силосом (на 2 т помета 1 т силоса), что обеспечивает повышенный выход газа и удешевляет конструкцию установки [2].

Именно экскременты животных среди остатков и отходов сельскохозяйственного производства наиболее богаты питательными веществами, необходимыми для метанового брожения. Однако они очень различаются между собой как по наличию отдельных компонентов, так и по химическому составу в зависимости от того, о каком виде животных идет речь и какой корм эти животные потребляют. Кроме того, отходы животноводства в зависимости от способа содержания животных и могут включать в себя самые различные количества воды, подстилочного материала и остатков корма.

Таким образом, сырьевая база для биогазовых станций практически неограниченная за счет широкого спектра органических отходов, остатков и побочной продукции растительного и животного происхождения.

Качество полученного из данного сырья биогаза определяется прежде всего процентной долей метана содержащегося в нем.

При оценке сырья необходимо учитывать, что только из органической части сухой массы можно произвести метан [2, 4]. Содержание сухой органической массы в соотношении с общей массой является основным критерием для выбора составляющих смеси различных видов сырья. Органическое вещество состоит из протеина, жиров, а также легко и тяжело разлагаемых углеводов, процентным содержанием которых в сырье определяется выход газа и процент метана в нем. Максимальное количество метана в биогазе получается из протеинов – 71 %; жиры дают 68 %, а углеводороды – лишь 50 %. Поэтому пред-

почтение отдается смесям сырья с высоким содержанием жиров и протеинов, таких как отходы зерна, свекла и картофель. В среднем выход газа из энергетических растений составляет  $0,3 \text{ м}^3$  метана на килограмм органического сухого субстрата с отклонениями до  $\pm 30 \%$  [6].

Существенно большую разницу проявляют энергетические растения при расчете выхода с гектара. Самый высокий выход метана с одного гектара посевной площади из сухой массы у свеклы и урожайных силосных сортов кукурузы. Он составляет свыше  $6000 \text{ м}^3/\text{га}$  [2], поэтому силосная кукуруза на сегодняшний день является самой важной культурой для использования в биогазовых установках.

Необходимо практиковать совместное выращивание кукурузы и подсолнечника, повышая недостаток жира в кукурузе ( $2-3 \%$  сухого вещества) за счет второй культуры, что увеличивает выход биогаза. Однако сам по себе подсолнечник тяжело силосовать, поэтому комбинация с легко силосующейся кукурузой является очень удачной, позволяющей создавать оптимальные с энергетической точки зрения смеси уже непосредственно при наполнении биогазовой установки.

Быстроразлагаемое сырье, такое как сахарная свекла, отходы продуктов питания и др., приводит к стремительному переокислению ферментатора биогазовой установки и поэтому мало подходит для брожения в чистом виде и должно использоваться в смеси с другими видами сырья. Большинство установок для своей работы используют силос из трав, кукурузы, люпина, остатки зерна и т.д. в смеси с жидким или твердым навозом, который в чистом виде, как правило, используется редко. Выход газа в них доказывает эффективность смешивания различных видов сырья перед его подачей в ферментатор биогазовой установки [8].

При анализе выхода биогаза в зависимости от видов биоотходов, установлено, что наименьший выход из одной тонны растительных отходов получен при использовании в качестве сырья ботвы томатов -  $29,2 \text{ м}^3/\text{т}$  биогаза. Наибольший объем выхода биогаза с одной тонны однокомпонентного сырья зафиксирован на фузе ( $72,2 \text{ м}^3/\text{т}$ ) и навозе крупного рогатого скота ( $71,3 \text{ м}^3/\text{т}$ ). Довольно высокий выход биогаза отмечен при брожении на свеклосахарном жоме -  $62,0 \text{ м}^3/\text{т}$  [8].

При исследовании различных смесей биоотходов установлено, что объемы выхода биогаза превышали данный показатель однокомпонентного сырья. Так из одной тонны смеси отходов бытовой органический + кукуруза + жом + ботва томатов + навоз было получено  $76,2$

м<sup>3</sup>/т биогаза. Из одной тонны смеси навоз + зерноотход + фуз (отход производства рапсового масла) получено 120,3 м<sup>3</sup>/т биогаза [4].

Таким образом, для получения достаточного количества газа целесообразнее использовать многокомпонентные смеси отходов растительного и животного происхождения, продукция биогаза которых порой в два раза превышает моносубстраты.

**Заключение.** В статье обоснована эффективность ферментации многокомпонентных субстратов, в частности смеси растительного и животного сырья, обеспечивающая увеличение производительности биогазовых установок. Такое комбинирование сырья также позволяет обеспечить максимально сбалансированную технологическую схему биогазового производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. AgroBiogas. Сырьевое обеспечение биогазового производства или с чего лучше собирать энергетический урожай [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrobiogas.com.ua/ru/raw-materials-for-biogas-production-or-what-best-way-to-harvest-energy/> – Дата доступа: 20.02.2022.
2. Баадер, В. Биогаз: теория и практика: пер. с нем. / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер – Москва: Колос, 1982. – 148 с.
3. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 312 с.
4. Биомасса как источник энергии: пер. с англ. / под ред. С. Соуфера, О. Заборски. – Москва: Мир, 1985. – 368 с.
5. Инженерные системы. Биоэнергетическая установка для производства биогаза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mto-profi.ru/inzhenernye-sistemy/bioenergeticheskaya-ustanovka-dlya-proizvodstva-biogaza> – Дата доступа: 20.02.2022.
6. Острейко, А. А. К обоснованию необходимости правильного подбора и подготовки сырья для биогазовых установок / А. А. Острейко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 93–99.
7. Оценка сельскохозяйственных культур и биоотходов производства для получения биогаза в условиях Брестской области / А. В. Сорока, Н. Н. Костюченко, Е. А. Брыль, И. Н. Кузнецов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/161689/1/92-96.pdf>. – Дата доступа: 16.02.2022.
8. Эдер, Б. Биогазовые установки: практическое пособие / Б. Эдер, Х. Шульц. – Москва, 2006. – 238 с.

УДК 621.311

САМУЙЛИК П. Ю.

## **ОСМОТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ**

*Научный руководитель – ПУЗЕВИЧ К. Л., канд. техн. наук, доцент*  
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Электричество одно из величайших достижений человечества. Прирученный электрон доставляет в наши дома и квартиры свет и тепло, связывает нас с внешним миром посредством сети интернет и с помощью телефонной связи.

**Цель работы.** Обзор источников получения электрической энергии.

**Материалы и методика исследований.** Работа построена на изучении литературы по источникам получения электрической энергии.

**Результаты исследования и их обсуждение.** К традиционным источникам электрической энергии относят:

1. Тепловые электростанции. На их долю приходится около 62 % всей вырабатываемой электроэнергии. Тепловая электростанция (ТЭС), электростанция, вырабатывающая электрическую энергию в результате преобразования тепловой энергии, выделяющейся при сжигании органического топлива. Первые ТЭС появились в конце XIX века и получили преимущественное распространение. В середине 70-х гг. XX века ТЭС – основной вид электрических станций.

2. Гидроэлектростанции (ГЭС). На их долю приходится около 21 % всей вырабатываемой электроэнергии. Комплекс сооружений и оборудования, посредством которых энергия потока воды преобразуется в электрическую энергию. При их сооружении также наносится вред окружающей среде: перегораживаются реки, меняется их русло, затопляются долины рек. Важнейшая особенность гидротехнических ресурсов в сравнении с топливно-энергетическими – их непрерывное восстановление.

3. Атомные электростанции (АЭС). На их долю приходится около 17 % всей вырабатываемой электроэнергии. Электростанция, в которой атомная (ядерная) энергия используется для получения электрической. Генератором энергии здесь является атомный реактор. Тепло, выделяемое в нем в результате цепной реакции деления ядер некоторых тяжелых элементов, преобразуется в электроэнергию.

АЭС работают на ядерном горючем (уран, плутоний и др.), мировые запасы которого значительно превышают запасы органического топлива.

Наряду с традиционными способами получения энергии существуют и альтернативные [1–5].

**Осмотическая электростанция** работает за счет работы физического эффекта – **осмоса**. Заключается он в простом явлении: в двух растворах разной концентрации, помещенных в сосуд с полупроницаемой (проницаемой только для молекул растворителя) мембраной, спустя некоторое время появляется разность уровней. В дословном переводе с греческого языка осмос – это толчок, давление.

Если в сосуд с перегородкой поместить морскую и пресную воду, то за счет разной концентрации растворенных солей появляется осмотическое давление и уровень морской воды поднимется. Молекулы воды перемещаются из зоны высокой их концентрации в зону раствора, где примесей больше, а молекул воды меньше.

Расчеты показывают, что при солености морской воды 35 г/литр за счет явления осмоса создается перепад давления 2 389 464 Паскаля или около 24 атмосфер. На практике это эквивалентно плотине высотой 240 метров.

Несомненным преимуществом такого источника электрической энергии, в отличие от ветра и солнца, является его непрерывность и возобновляемость с незначительными сезонными колебаниями. Также при этом отсутствует парниковый эффект.

Для проверки технологии получения энергии от эффекта осмоса в 2009 году была построена и запущена первая в мире экспериментальная осмотическая электростанция.

Коммерческая привлекательность станций начинается с эффективности съема мощности более 5 Вт с квадратного метра мембран. На норвежской станции в Тофте это значение едва превышает 1 Вт/м<sup>2</sup>. Уже испытываются мембраны с эффективностью 2,4 Вт/м<sup>2</sup>, а к 2025 г. ожидается достижение рентабельного значения 5 Вт/м<sup>2</sup>.

Работая с материалами на основе углеродных нанотрубок, ученые получили на образцах эффективность отбора энергии осмоса около 4000 Вт/м<sup>2</sup>. А это уже не просто рентабельно, а превышает эффективность практически всех традиционных источников энергии.

Еще более впечатляющие перспективы обещает применение графеновых пленок. Мембрана толщиной в один атомный слой становится полностью проницаема для молекул воды, задерживая при этом любые

другие примеси. Эффективность такого материала может превышать  $10 \text{ кВт/м}^2$ . В гонку по созданию мембран высокой эффективности включились ведущие корпорации Японии и Америки.

Помимо очевидных экономических проблем с рентабельностью мембраны осмотическая электростанция может располагаться только в устьях рек, где пресная вода вливается в соленую. Этот фактор тоже снижает дальнейшее распространение этого источника электрической энергии.

**Заключение.** Если удастся в течение ближайшего десятилетия решить проблему мембран для осмотических станций, то новый источник энергии займет ведущее место в обеспечении человечества экологически чистыми энергоносителями. В отличие от энергии ветра и солнца, установки прямого осмоса могут работать круглые сутки и не зависят от погодных условий.

В настоящий момент компания Statkraft оценивает потенциал данного типа энергетики в 1600–1700 ТВт/ч. Это составляет около 10 % от всего мирового потребления электроэнергии

Мировой резерв энергии осмоса огромен – ежегодный сброс пресных речных вод составляет более  $3700 \text{ км}^3$ . Если удастся использовать только 10 % этого объема, то можно вырабатывать более 1,5 ТВт/ч электрической энергии, т.е. около 50 % европейского потребления.

При наличии высокоэффективных мембран можно использовать энергию глубин океана. Дело в том, что соленость воды зависит от температуры, а она на разных глубинах разная. Используя температурные градиенты солености, можно не привязываться к устьям рек в строительстве станций, а просто размещать их в акватории океанов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.
2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В.Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
3. Домненкова, А. В. Возобновляемые источники энергии в Беларуси / А. В. Домненкова, В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2021. – С. 71.
4. Домненкова, А. В. Использование возобновляемых источников энергии в Республике Беларусь / А. В. Домненкова, С. В. Киселев, В. Н. Босак // Система управления экологической безопасностью. – Екатеринбург: УрФУ, 2018. – С. 161–164.
5. Новинки энергетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://neo-energy.ru/>. – Дата доступа: 21.02.2022.

УДК 637.133.1

ФАДЕЕВ Г. В.

## **СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА**

*Научный руководитель – СИМЧЕНКОВ А. С., ассистент*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Процесс срочного охлаждения свежевыдоенного молока позволяет сохранить все качества продукта, подавляя развитие в нем микрофлоры. Чтобы за короткое время снизить температуру молока с +36 до +4–6 °С и грамотно организовать его хранение до переработки, используют танки-охладители. Несмотря на то, что свежевыдоенное молоко имеет естественную устойчивость к бактериям, только немедленное охлаждение молока до температуры 4–6 °С может остановить рост бактерий. Технологически правильное охлаждение молока – единственный путь к сохранению наилучшего качества молока и получению наибольшей прибыли [3, 6].

**Цель работы** – рассмотреть технологии и системы охлаждения молока.

**Материал и методика исследований.** Была произведена классификация и анализ существующих систем охлаждения молока с выявлением достоинств и недостатков в эксплуатации.

**Результаты исследования и их обсуждения.** Молочнокислые бактерии, которые вызывают сквашивание молока, приостанавливают свой рост при температуре примерно 10 °С, а при температуре 2–4 °С их развитие полностью прекращается. Заморозка также помогает приостановить развитие бактерий в молоке, но в дальнейшем, при размораживании, многие бактерии возобновляют свою активность.

Охладитель молока – аппарат для понижения температуры молока в целях подавления развития в нем микрофлоры. При этом между молоком и охлаждающей жидкостью происходит теплообмен через стенки труб или листы. Чем меньше загрязнено молоко, быстрее охлаждено и ниже температура его охлаждения, тем дольше сохраняются его свойства. В зависимости от продолжительности хранения молоко охлаждают до определенной температуры.

Для охлаждения молока в хозяйствах используют различные системы и способы, которые отличаются применяемыми хладагентами и хладоносителями (аммиак, фреоны, ледяная вода, рассол), способами

охлаждения (в емкостях, потоке, с аккумуляцией холода), конструкцией компрессоров, их производительностью.

Почти все способы основаны на том, что молоко отдает тепло охлаждающей жидкости через разделяющую их стенку [1–7].

Выделяют объемное охлаждение, охлаждение в потоке и комбинированные системы.

#### *1. Охлаждение жидкости на поток.*

Предполагает использование пластинчатых или кожухотрубных теплообменников в качестве испарителей холодильной машины. Минимальная температура воды на выходе 3–4 °С. Используется для охлаждения жидкостей не более, чем на 7 К.

Характеризуется простотой, низкой стоимостью, но ограничена в применении – только для систем с постоянным расходом и постоянной или изменяющейся плавно тепловой нагрузкой.

Преимущества: простота, надежность, легкость в обслуживании; охлаждение любой жидкости с любыми конечными температурами; дешевизна.

Недостатки: неустойчивость работы при резкопеременных нагрузках

#### *2. Охлаждение жидкости с накопительной емкостью.*

Используется для постепенного охлаждения жидкости (охлаждения молока) за счет многократной циркуляции или накопления охлажденного хладоносителя в накопительной емкости. Предполагает возможность нескольких потребителей холода с непостоянным расходом жидкости и переменными тепловыми нагрузками. Может быть использована при наличии кратковременных пиковых нагрузках. Позволяет снабжать холодной жидкостью потребителей с большим перепадом температуры. Используются, как правило, пластинчатые или кожухотрубные теплообменные аппараты. Температура воды в емкости не ниже +4 °С. Для стабилизации режима работы водоохлаждающей машины и температуры хладоносителя в накопительной емкости могут быть установлены дополнительные перегородки.

Преимущества: простота, надежность, легкость в обслуживании, дешевизна, охлаждение любых жидкостей с любыми конечными температурами, возможность снабжением холодом потребителей с разными расходами охлаждающей жидкости, простота регулировки, устойчивая работа при любых режимах нагрузки.

Недостатки: необходима теплоизолированная емкость, требуется дополнительный насос хладоносителя.



### *3. Охлаждение жидкости с промежуточным хладоносителем.*

Охлаждение жидкости при перепаде температур ( $T_n - T_k$ ) более  $10^\circ\text{C}$  производится с применением промежуточного хладоносителя и дополнительного теплообменника. Позволяет поддерживать температуру охлажденной жидкости с большой степенью точности и охлаждать жидкости на  $50^\circ\text{C}$  и более за один проход через теплообменный аппарат. При небольшой модификации схемы, можно получать воду с температурой на выходе до  $+1^\circ\text{C}$ . Также используется для охлаждения жидкостей с высокой начальной температурой. Часто применяется в случае разветвленной сети подачи хладоносителя и удаленности объекта охлаждения от холодильной машины.

Преимущества: возможность охлаждения жидкостей в широком диапазоне температур, отсутствует риск разморозки испарителя, снижен риск разморозки промежуточного теплообменника, возможность поддержания температуры охлаждаемой жидкости с высокой точностью, возможность установки холодильной машины на большом расстоянии от потребителя холода.

Недостатки: сложность регулировки системы, требуется дополнительный насос, требуется теплообменник промежуточного контура, высокие требования к герметичности системы промежуточного хладоносителя.

### *4. Охлаждения с возможностью получения ледяной воды и накопления льда.*

Этот способ применяется для получения ледяной воды и накопления запаса льда (при явно выраженных кратковременных пиках тепловых нагрузок потребителя). Ледяную воду получают с помощью пленочных или погружных испарителей. В первом случае панели испарителя, в которых кипит хладоагент, орошаются водой, стекающей из распределителя в виде пленки. Образовавшаяся ледяная вода с температурой  $0,5 - 1^\circ\text{C}$  подается потребителю. Во втором случае испаритель погружен в воду и обеспечивает ее охлаждение, интенсивность которого усиливают с помощью мешалки или барботажа воздуха.

Преимущества: возможность снижения холодопроизводительности установки за счет накопления запаса ледяной воды или льда, работа при пиковых нагрузках.

Недостатки: высокая стоимость, большие габаритные размеры.

Резервуары-охладители используют для глубокого охлаждения молока (до  $4 - 6^\circ\text{C}$ ), его временного хранения в охлажденном виде. Внутренняя емкость резервуара имеет рубашку охлаждения, обеспечиваю-

щую циркуляцию охлаждающей жидкости между стенками резервуара. Теплоизоляционный слой препятствует повышению температуры внутри емкости. Охлаждение в резервуарах-охладителях подразделяют на непосредственное и косвенное. При непосредственном охлаждении хладагент холодильной машины отнимает тепло непосредственно от молока, при косвенном охлаждении – от промежуточного хладоносителя.

Недостатки охлаждения молока с использованием резервуара-охладителя.

Охлаждение при помощи резервуаров-охладителей имеет ряд недостатков, которые решены в системе мгновенного охлаждения молока:

1. Резервуары-охладители требуют наполнения резервуара-охладителя хотя бы на 10 %, а система мгновенного охлаждения позволяет охлаждать молоко в потоке.

2. Время охлаждения в резервуаре-охладителе до 4 градусов составляет около 2,5 часов, за это время в молоке увеличивается количество бактерий, следовательно повышается вероятность некондиционного молока (кисляка), а ведь это потерянные деньги. С системой мгновенного охлаждения эта проблема решена, так как охлаждение происходит немедленно.

3. Еще один недостаток резервуаров-охладителей, смешивание молока, поступающего в охладитель от второй и последующих доек. В результате чего происходит изменение жирового и белкового состава молока.

Система «мгновенного» охлаждения молока предназначена для быстрого охлаждения молока перед его подачей в резервуар-охладитель. В состав системы, кроме танка - охладителя молока, как правило, входит мощный ледогенератор со своим холодильным агрегатом, трубчатый (или пластинчатый) теплообменник, насос для подачи воды, термостат и аппаратура управления. Молоко проходя через теплообменник охлаждается до 8–10 °С, а затем поступает в резервуар-охладитель для дальнейшего охлаждения (до 3–4°С) и хранения. При правильно выбранном ледогенераторе данная система охлаждает молоко с 32°С до 4°С за 30–40 минут.

Достоинства системы мгновенного охлаждения молока.

Благодаря принципиально другому подходу к охлаждению, система мгновенного охлаждения накапливает холод в перерывах между дойками или приемками. Для накопления холода используется аккумуляли-

рованный лед. Благодаря этому молоко охлаждается в потоке по мере поступления. При этом исключается подмораживание молока. Система экономична, как в плане энергопотребления так и в потреблении воды. Вода находится в замкнутом контуре и используется повторно.

Предварительное охлаждение молока искусственным холодом.

Эта система мгновенного охлаждения молока позволяет нам повысить качество молока. Она проста по конструкции и не требует больших затрат на обслуживание. На кафедре механизации животноводства и электрификации сельскохозяйственного производства создана опытная установка этого типа, предназначенная для охлаждения молока, получаемого в пастбищный период.

**Вывод.** На основании приведённых результатов опыта, можно сделать вывод, что с увеличением времени прохода жидкостей через теплообменник снижается расход хладоносителя на охлаждение единицы объема молока, но снижается и интенсивность (средняя скорость) охлаждения.

Следовательно, 1-й способ охлаждения предпочтительнее, т.к. циркуляция хладоносителя упрощает постоянное поддержание его низкой температуры, также степень охлаждения у этого способа выше из-за меньшего теплообмена хладоносителя с окружающей средой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ведищев, С. М. Технологии и механизация первичной обработки и переработки молока: учебное пособие / С. В. Ведищев, А. В. Милованов. – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2005. – 152 с.
2. Гриб, В. К. Механизация животноводства / В. К. Гриб, Н. М. Лукашевич. – Минск: Ураджай, 1997
3. Колончук, М. В. Доильное и холодильное оборудование: особенности конструкций и технический сервис: пособие / М. В. Колончук, В. П. Миклуш, В. Г. Самосюк. – Минск: УМЦ Минсельхозпрода, 2006. – 242 с.
4. Практикум по механизации животноводства / Ю. Т. Вагин [и др.]; под ред. В. А. Герасимовича. – Минск: Урожай, 2000. – 477 с.
5. Русских, В. М. Способы охлаждения сырого молока / В. М. Русских // Переработка молока. – 2010. – № 7.
6. Симченко, А. С. Системы охлаждения молока / А. С. Симченко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 100–104.
7. Ulrich, D. Kühe Halten / D. Ulrich. – Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer GmbH, 2005.

УДК 621.516

ЧЕРНИКОВ В. С.

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ВАКУУМНЫХ ВОДОКОЛЬЦЕВЫХ НАСОСОВ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК**

*Научный руководитель – НАЩИНЦЕВ А. И., инженер*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Без вакуума невозможно производить машинное доение коров. Насос, который вырабатывает вакуум, является одним из главных элементов любой доильной установки. Нет вакуума – нет доения. Сейчас невозможно представить, когда дойное стадо осталось не выдоенным по причине отсутствия вакуума. Надежность в работе вакуумных насосов – это залог успешной работы целой отрасли в сельском хозяйстве [1–3].

**Цель работы** – усовершенствовать трубку подачи воды от водяного бака к водокольцевому насосу, заменить металлический водяной бак на полимерный.

**Материалы и методика исследований.** Работа много лет с водокольцевыми насосами, эксплуатация их при проведении занятий со студентами, подталкивает нас к модернизации этих насосов. Мы представили наиболее важные проблемы и пути предполагаемого их решения, которые возникают в процессе работы водокольцевых насосов. Ведущее предприятие ОАО «Гомельагрокомплект» по производству водокольцевых насосов приняло во внимание все эти усовершенствования, тем самым продлив срок эксплуатации насосных установок и сэкономив на этом денежные и материальные средства.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В настоящее время водокольцевые насосы получили широкое применение на молочных фермах и комплексах с целью обеспечения доильных установок вакуумом. Это вызвано рядом особенностей как с экологической точки зрения, так и с практической. Кроме того, они менее прихотливы в техническом обслуживании. Большим достоинством этих насосов является отсутствие трущихся деталей и незначительный уровень шума при работе. Во время эксплуатации износу подвергается только вал, подшипники и уплотнения вала.

Ценным свойством водокольцевых вакуумных насосов для применения на доильных установках является их повышенная экологическая безопасность. При использовании ротационных насосов во время ра-

боты на пластины подается масло. Высокая температура пластин вызывает крекинг масла испарение продукции разложения. Молекулы масел испаряются и распространяются во всех направлениях. Поскольку вакуумный трубопровод доильной установки соединяется с молочным трубопроводом, то пары масел попадают и в молокопровод, и далее в молоко [2, 5].

Сначала в корпус вакуумного насоса заливается вода. При вращении ротора, лопатками создается вращающееся водяное кольцо. Поскольку ось ротора расположена эксцентрично по отношению к оси корпуса, между лопатками ротора и водяным кольцом образуются воздушные камеры. Объем воздуха между лопатками ротора будет постепенно увеличиваться от области всасывания и уменьшаться в области нагнетания.

Забор воды из водяного бака насоса осуществляется через заборную трубку. Диаметр трубки 8–10 мм. Это обусловлено объемом воды, которая находится во вращающемся водяном кольце.

Изменение диаметра заборной трубки вызывает изменение объема воды в насосе и объема воздушных камер, а, следовательно, и его производительность.

Во время работы вода, циркулирующая в насосе, нагревается до температуры 60–65 °С. Этот процесс способствует интенсивному образованию накипи (отложению солей, железа на стенках заборной трубки).

Не менее важным фактором, влияющим на этот процесс, является качество используемой воды и время непрерывной работы насоса. В среднем насос работает не менее 6-ти часов в сутки. Таким образом, проходное сечение заборной трубки уменьшается до критического диаметра 5 мм, при этом воды уже недостаточно для образования водяного кольца. Край лопаток не погружаются в водяное кольцо, а значит не изменяются воздушные камеры. Насос прекращает свою работу. В этом случае, как показала практика, начинают разбирать сам насос. Проблема возникает при сборке. Это обусловлено минимальными зазорами ( $0,1 \pm 0,05$  мм) между торцом рабочего колеса и лобовиной. Для этой цели, как правило, нужно использовать специнструмент и стенд.

Прочистить заборную трубку проблематично, так как она вварена сваркой в водяной бак и в конце имеет изогнутую часть.

Предлагается усовершенствовать эту часть насоса. Трубка должна иметь фланец, который позволит извлекать ее при периодическом

техническом обслуживании ТО-1, проводимым через 200–240 часов работы.

Дополнительно на конце заборной трубки необходимо установить съемный, сетчатый фильтр. Это позволит осуществлять забор воды очищенной от механических примесей, образующихся при коррозии стенок бака. В результате продлим срок службы сальника на валу ротора.

Вторым существенным недостатком этих насосов, выпускаемых в Республике Беларусь, является сам водяной бак, а точнее материал из которого он изготовлен. Объем воды составляет 0,06 м<sup>3</sup>. Бак представляет собой сварную конструкцию, на опорах, опор, для крепления рамы, глушителя, угольников, для подсоединения водомерной трубки, трубки подвода воды к насосу, сливной пробки.

Поскольку этот бак заполнен водой до определенного уровня, то по линии водяного зеркала идет интенсивная коррозия металла. Все это сказывается на качестве воды, циркулирующей в насосе.

Наблюдая за работой двух насосов, мы установили, что целостность бака сохраняется 5–6 лет. Количество сквозных отверстий достигало 37–40 шт. Применять сварку было нецелесообразно.

Исходя из вышесказанного, мы предлагаем заменить металлический бак на полимерный, тем самым продлим срок эксплуатации и улучшим техническое состояние насосов данного типа. В связи с этим необходимо внести изменения в регламент технического обслуживания.

Техническое обслуживание во время эксплуатации вакуумной установки должно включать [3, 4]:

– ежедневное обслуживание (ЕТО). Проверить уровень воды. При необходимости долить воду;

– периодическое обслуживание ТО-1 (200–240 ч). Проверить уровень воды в баке, при необходимости долить воду. Проверить уровень масла в подшипниковом узле, при необходимости долить. Очистить насос и электродвигатель от загрязнений. Снять заборную трубку и прочистить, промыть фильтр. Проверить надежность соединения контактов заземления. Во время работы насоса необходимо периодически проверять нагрев корпуса подшипников. При нормальной работе подшипника температура корпуса подшипника может быть выше температуры окружающей среды на 20–30 °С. Допускается и более высокая температура при условии, что она устанавливается на одном уровне и дальнейшее ее повышение не

наблюдается. Максимальный нагрев подшипников не должен превышать 70 °С;

– периодическое техническое обслуживание ТО-2 (1200 часов). Выполнить техническое обслуживание ТО-1. Проверить производительность насоса. Насос считается работоспособным при снижении производительности до 20 % от нормальной. При необходимости разобрать насос и произвести очистку от накипи. Выполнить профилактическое ТО электродвигателя согласно норматива (ППРЭСХ). После 4000 ч работы смазать подшипники электродвигателя смазкой ЦИАТИМ-203 [3].

**Заключение.** Представленные пути решения проблем возникающих при эксплуатации водокольцевых насосов являются неоспоримым фактом эффективного сотрудничества вузовского образования, науки и производства. Именно этой модернизацией мы не только увеличиваем производительность но и срок службы водокольцевого насоса. Предлагается усовершенствовать часть насоса. Трубка должна иметь фланец, который позволит извлекать ее при периодическом техническом обслуживании ТО-1, проводимым через 200–240 часов работы. Мы предлагаем заменить металлический бак на полимерный, тем самым продлим срок эксплуатации и улучшим техническое состояние насосов данного типа. В связи с этим необходимо внести изменения в регламент технического обслуживания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Крупенин, Ю. А. Использование прибора проверки доильных установок ППДУ-01 для диагностирования вакуумных насосных станций / Ю. А. Крупенин, П. Ю. Крупенин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 130–135.
2. Практикум по механизации животноводства / Ю. Т. Вагин [и др.]. – Минск: Урожай, 2000. – 477 с.
3. Рекомендации по техническому сервису доильного оборудования / С. К. Карпович [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2015. – 124 с.
4. Сайганов, А. С. Совершенствование системы технического сервиса сельскохозяйственной техники и оборудования в современных условиях / А. С. Сайганов // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2016. – № 4. – С. 533–538.
5. Техническое обеспечение животноводства: учебник / А. И. Завражнов [и др.]. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 516 с.

УДК 631.171:636

ЧЕРНИКОВ В. С.

## **ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

*Научный руководитель – КОЗЛОВ С. И., канд. техн. наук, доцент*  
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Даже при соблюдении технологической дисциплины при эксплуатации машин и оборудования, применяемого в животноводстве, неизбежны попадания в среду, с которой взаимодействуют рабочие органы, агрессивных компонентов. Также на сокращение срока эксплуатации оборудования, в процессе выполнения рабочего процесса, влияют колебания таких регулируемых параметров, как температура, давление, расход и прочие, обусловленные запаздыванием регулирования. Воздействие указанных факторов в течение длительного времени вызывает повреждение металла [1–7].

**Цель работы** – обзор и анализ существующих путей определения остаточного ресурса машин и оборудования в животноводстве.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В предельные моменты эксплуатации оборудования могут возникать такие сочетания параметров, которые нарушают его работоспособность, т. е. вызывают отказы.

Отказы машин и оборудования применяемого в животноводстве можно разделить на три вида: – механические, – технологические, – ошибки (нарушения) при эксплуатации, изготовлении или разработке оборудования. К первому виду относят отказы, вызванные нарушением механической работоспособности оборудования вследствие изнашивания, коррозии, поломок деталей, нарушения формы элементов оборудования, возникновения недопустимых сопутствующих процессов – вибрации, стука, утечки смазывающей жидкости, перегрева подшипников и др. К технологическим относят отказы, обусловленные нарушением хода технологического процесса, выполняемого на данном оборудовании, приводящего к травмированию животных или получению кормов низкого качества, а также приводящего к нарушению функционирования оборудования. Примерами таких отказов в сельском хозяйстве является перегрев смесителей-запарников кормов, приводящий к налипанию на его поверхностях мелких частиц кормовых



компонентов, что приводит к ухудшению санитарного состояния эксплуатируемого оборудования; загрязнение фильтров и разделительных элементов в оборудовании для первичной обработки молока, приводящее к снижению его производительности и т. п. Отказы третьего вида определяются в основном уровнем технологической дисциплины и культурой производства на предприятии. Механические и технологические отказы проявляются постепенно в изменении одного или нескольких выходных параметров, поэтому такие отказы называют параметрическими.

Контролируемыми параметрами могут быть как величины повреждений (глубина коррозии стенок, износ детали), так и выходные параметры оборудования (производительность, коэффициент полезного действия, степень разделения, однородность, очистка) и другие количественные показатели качества продукта, параметры вибрации, шума, величина утечки смазывающей жидкости через уплотнения и т. д. Параметры технического состояния машин и оборудования – мониторинг контролируемых параметров, позволяющих прогнозировать моменты наступления отказов оборудования.

В соответствии с ГОСТ 27.002–89, ГОСТ 12.2.042–2013 ССБТ, ГОСТ 7751–2009 отказом оборудования считается нарушение его работоспособного состояния.

*Предельное состояние оборудования* – состояние оборудования после отказа или технического освидетельствования, не подлежащего восстановлению. Нецелесообразность восстановления оборудования, имеющего повреждения, может быть обусловлена как технико-экономическими показателями, так и нарушениями установленных требований безопасности (экологии). Критерии предельного состояния – признаки предельного состояния оборудования, установленные в нормативно-технической документации. Остаточным ресурсом называют запас возможной наработки машин и оборудования после момента контроля его технического состояния (или ремонта), в течение которого обеспечивается соответствие требованиям нормативно-технической документации всех его основных технико-эксплуатационных показателей и показателей безопасности.

Термин «диагностика» происходит от греческого слова «диагнозис», что означает распознавание, определение. В процессе диагностики устанавливается диагноз, т. е. определяется состояние больного (медицинская диагностика) или состояние технической системы (техническая диагностика). Техническая диагностика – отрасль науки, ко-

торая изучает и устанавливает признаки неисправностей машин, механизмов и узлов; разрабатывает методы и средства, обеспечивающие заключение о характере и сущности неисправностей; на основе изучения динамики изменения параметров технического состояния агрегатов и узлов машины обеспечивает прогнозирование ресурса их безотказной работы.

*Диагностирование* – это процесс определения технического состояния безразборными методами с целью установления заключения о машине. Заключение о техническом состоянии машины (узла, агрегата) в целом, осуществляемое на основе анализа параметров технического состояния объектов диагностирования, называется техническим диагнозом. Техническое состояние – совокупность подверженных изменению в процессе эксплуатации свойств объекта, характеризующая его пригодность к использованию по назначению и определяемая в заданный момент времени значениями параметров и качественными признаками, состав которых установлен технической документацией.

Различают следующие виды технического состояния: – исправное и неисправное, – работоспособное и неработоспособное.

*Исправность* – состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и конструкторской документации.

*Работоспособность* – состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и конструкторской документации.

Объект может быть работоспособен, но неисправен (например, у раздатчика кормов может быть вмятина в бункере, что не мешает ему выполнять процесс смешивания или раздачи кормов).

Техническое состояние машины (узла, агрегата), оценивается параметрами, которые подразделяют на структурные и диагностические.

*Структурный параметр* – физическая величина, непосредственно характеризующая техническое состояние (работоспособность) машины (например, размеры сопряженных деталей и зазоры между ними и прочие; определяют их непосредственно замерами).

*Диагностический параметр* – это также физическая величина, но она косвенно характеризует состояние машины (например, мощность, затрачиваемая на рабочий процесс, угар масла, стуки и т. д.; контролируют их при помощи средств диагностики). Диагностические параметры отражают изменение структурных.

Диагностические параметры бывают обобщенные и локальные.

*Обобщенный параметр*, или комплексный диагностический параметр характеризует состояние нескольких составных частей машины или машину в целом.

*Локальный параметр*, или частный диагностический параметр, характеризует состояние одного отдельного элемента. Отсюда возникают и следующие термины: комплексная диагностика и поэлементная диагностика.

*Номинальное значение параметра* – значение параметра, определенное его функциональным значением и служащее началом отсчета отклонений. Номинальное значение наблюдается у новых и капитально отремонтированных составных частей.

*Допустимое значение (отклонение)* параметра характеризуется граничным его значением, при котором составную часть машины допускают после контроля к эксплуатации без операций технического обслуживания или ремонта. Это значение приводят в технической документации на обслуживание и ремонт машин. При допуске значения параметра составная часть надежно работает до следующего планового контроля.

*Предельные параметры* – это параметры, при которых дальнейшее использование машины (узла, агрегата) недопустимо по техническим условиям или нецелесообразно по технико-экономическим данным (резко уменьшается производительность, увеличивается интенсивность износа деталей и т. д.).

*Предельное значение параметра* – это наибольшее или наименьшее значение параметра, которое может иметь работоспособная составная часть. При этом дальнейшая эксплуатация узла, агрегата или машины в целом без проведения ремонта недопустима ввиду резкого увеличения интенсивности изнашивания сопряжений, чрезмерного снижения экономичности машины или нарушения требований безопасности.

Предельные значения параметров состояния устанавливаются на основании соответствующих критериев (признаков):

1. Технические критерии.
2. Технико-экономические критерии.
3. Технологические критерии (качественные).

*Технические критерии (признаки)* характеризуют предельное состояние составных частей, когда они не могут больше выполнять свои функции по техническим причинам (например, предельное увеличение шага приводной цепи (свыше 4 % номинального значения) приводит к

ее проскальзыванию на звездочках и спаданию, или когда дальнейшая эксплуатация объекта приводит к аварийному отказу: предельный износ пластин ротора вакуумного насоса приводит к выходу его из строя).

*Технико-экономические критерии*, характеризующие предельное состояние, указывают на снижение эффективности использования объекта вследствие изменения технического состояния.

*Технологические критерии* – характеризуют резкое ухудшение качества выполнения работ по причине предельного состояния рабочих органов машин. Объем работ (наработка), выполняемый машиной до предельных значений основных параметров, называют ресурсом.

**Заключение.** Диагностирование машин и оборудования, эксплуатируемых на фермах и комплексах, проводят в соответствии с планами ТО или ремонта, а также при отказах или заявках механизатора о неудовлетворительной работе оборудования, и ресурсное диагностирование, предшествующее текущему или капитальному ремонту. Для оборудования, эксплуатируемого на фермах и комплексах, установлено ежедневное (ежесменное) техническое обслуживание (ЕТО) и два вида номерных технических обслуживаний: ТО-1 и ТО-2.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник / А. Д. Ананьин [и др.]. – Москва: Академия, 2008. – 429 с.
2. Карташевич, А. Н. Техническое диагностирование машин / А. Н. Карташевич, Г. Н. Сапьяник, А. Ф. Скадорва. – Горки: БГСХА, 2009. – 31 с.
3. Козлов, С. И. Развернутый структурный анализ систем автоматизации и его эффективность / С. И. Козлов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 116–120.
4. Козлов, С. И. Сущность и необходимость упрощенного структурного анализа систем автоматизации / С. И. Козлов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 76–79.
5. Петровец, В. Р. Производственные технологии и техническое обеспечение процессов в сельскохозяйственном производстве / В. Р. Петровец. – Горки: БГСХА, 2022. – 240 с.
6. Прейсман, В. И. Основы надежности сельскохозяйственной техники / В. И. Прейсман. – Киев: Выща школа, 1988. – 247 с.
7. Сухарев, Э. А. Эксплуатационная надежность машин: теория, методология, моделирование: учебное пособие / Э. А. Сухарев. – Ровно: НУВХП, 2006. – 191 с.

УДК 631.22.018

ШАЛУХО А. Д.

## **РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СКРЕПЕРНОЙ УСТАНОВКИ ТСГ-250**

*Научный руководитель – КРУПЕНИН Ю. А., ст. преподаватель*  
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Одной из наиболее важных проблем при содержании крупного рогатого скота (КРС) беспривязным методом является удаление навоза из коровника. Это способствует снижению уровня аммиака внутри помещения и, соответственно, улучшает внутренний микроклимат, что способствует повышению комфортности для животных. При беспривязном способе содержания КРС навоз скапливается в навозных проходах, поэтому задача состоит в том, чтобы обеспечить регулярную очистку открытого канала шириной от 1,80 м до 3,00 м и глубиной 0,2 м, расположенного по периметру коровника [1, 2]. Существует несколько методов механического навозоудаления, но максимальную эффективность и удобство очистки коровников демонстрируют стационарные дельта-скреперные установки. Они состоят из пяти основных элементов [4]:

- дельта-скрепера, имеющего V-образную форму и совершающего поступательно-возвратное перемещение в открытых каналах в средних и торцевых навозных проходах и перемещающего навоз к навозохранилищу;

- тяговой цепи, выполненной на соединительных звеньях, что исключает необходимость устройства сварных стыков при сборке и подгонке длины цепи во время монтажа и эксплуатации установки;

- приводной станции – электродвигателя, приводящего в движение систему навозоудаления, и редуктора, регулирующего скорость движения дельта-скрепера;

- поворотных устройств, позволяющих производить навозоудаление не только из средних проходов коровника, но и из торцевых;

- блока управления – пускового устройства с установленным при необходимости блоком автоматики.

**Цель работы.** Расширить функциональные возможности скреперной установки ТСГ-250.

**Материалы и методика исследований.** Информационной базой послужили методические указания по ТСГ-250, а также каталоги производителей подобного оборудования.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Транспортёр скреперный горизонтальный ТСГ-250 предназначен для уборки навоза крупного рогатого скота из открытых навозных проходов шириной от 1800 до 3000 мм при беспривязном боксовом содержании скота [3].

Транспортёр скреперный горизонтальный ТСГ-250 применяется в помещениях длиной до 114 метров.

Скреперная установка состоит из следующих основных сборочных единиц: привода с механизмом реверсирования, поворотных устройств, рабочих органов, цепного контура, ящика управления и штанги.

Приводом установки состоит из привода, механизма реверсирования, рамы с анкерными болтами. Привод представляет собой два спаренных редуктора. Механизм реверсирования предназначен для автоматического реверсирования электродвигателя привода и состоит из устройства управления, которое крепится в ящике управления, и ПИЩ-6-1 преобразователей положения индуктивных щелевых, установленных на приводе.

Механизм реверсирования приводится в действие приваренным к цепи упором. Поворотное устройство предназначено для изменения направления цепи и состоит из подпятника с болтами, ролика, подшипников, крышек и оси.

Рабочий орган предназначен для перемещения навоза по каналу и состоит из ползуна, шарнирного устройства, скребков и натяжного устройства. К ползуну присоединяется цепь. Скребки раздвижной конструкции предусмотрены для каналов шириной от 1800 до 3000 мм.

Скрепера комплектуются четырьмя рабочими органами, что позволяет осуществить выгрузку навоза, как и торцов, так и из середины помещения. Соединение цепи осуществляется с помощью соединительных звеньев, что исключает применение сварки при сборке и изменении длины цепи в процессе эксплуатации.

В цепном контуре использована цепь круглозвенная 14×80 и промежуточные штанги диаметра 16 мм.

Ящик управления предназначен для автоматического управления электродвигателем привода, а также для включения и выключения установки.

В ящике управления смонтированы: кнопочная станция, устройство управления и выключатель, который служит для отключения механизма реверсирования, и после остановки привода должен находиться в выключенном состоянии.

Принцип работы скреперной установки состоит в том, что каждая приводная станция тянет скрепер на себя. Данный принцип позволяет обеспечить работу системы не только закольцованной, но и обслуживающей всего 1 проход. Использование цилиндрического трехступенчатого мотор-редуктора установленного непосредственно на вал барабана исключает использование промежуточных передач, что значительно повышает надёжность работы привода, его КПД и обеспечивает минимальные затраты на его обслуживание.

Уборка навоза при помощи скреперной установки производится 4–6 раз в сутки. Продолжительность одной уборки 40 мин.

**Заключение.** Предлагается усовершенствовать скрепер установки ТСГ-250 следующим образом. В основу модернизации данной скреперной установки легло изменение конструкции шарнирной части лопасти скрепера. Это позволит скребку лучше копировать поверхность, с которой удаляется навоз.

Такое исполнение рабочих органов обеспечит более качественную уборку, а также позволит снизить количество аммиака в воздухе животноводческого помещения. Данная модернизация также улучшит работу скреперной установки при транспортировании навоза и увеличит срок ее эксплуатации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вагин, Ю. Т. Технологии и техническое обеспечение производства продукции животноводства: учебное пособие / Ю. Т. Вагин, А. С. Добышев, А. П. Курдеко; под ред. А. С. Добышева. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – 640 с.
2. Крупенин, Ю. А. Теоретическое исследование рабочего процесса скреперного навозоуборочного оборудования в проходах с подпольным каналом / Ю. А. Крупенин, П. Ю. Крупенин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 76–79.
3. Хазанов, Е. Е. Технология и механизация молочного животноводства: учебное пособие / Е. Е. Хазанов, В. В. Гордеев, В. Е. Хазанов. – 2-е изд. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 352 с.
4. Шило, И. Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства / И. Н. Шило, В. Н. Дашков. – Минск: БГАТУ, 2003. – 183 с.

УДК 621.436

ВЕКО В. С.

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

*Научный руководитель – КЕСАРЕВ А. В., ст. преподаватель*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Эффективность работы машинно-тракторного парка в значительной части зависит от технического состояния двигателей внутреннего сгорания. Основными показателями дизельных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) являются мощность, крутящий момент и расход топлива. В период эксплуатации происходит изменение регулировочных параметров, возникают неисправности, которые сопровождаются потерей мощности и увеличением расхода топлива, вследствие чего растут эксплуатационные затраты [3, 4].

**Цель работы** – произвести анализ эффективных методов и методик технического диагностирования топливной аппаратуры дизельных двигателей внутреннего сгорания.

**Материалы и методика исследований.** Автором статьи проанализированы и изучены публикации, затрагивающие использование методов, способов и средств диагностики дизелей.

### **Результаты исследования и их обсуждение.**

Одной из главных причин возникновения неисправностей в узлах топливной аппаратуры (ТА) дизельных двигателей является износ. Большее влияние на работу системы топливоподачи оказывает износ прецизионных узлов, таких как плунжерная пара, нагнетательный клапан и распылитель.

Для целей технической диагностики ТА можно произвести разделение методов диагностирования на три основные группы: не требующие разборки (ТА), требующие частичной разборки (ТА) и требующие полной разборки и снятия (ТА) с ДВС.

Метод технической диагностики не требующий разборки ТА является универсальным и позволяет оценить состояние узлов и агрегатов комплексно. Перспективными методиками диагностики являются виброакустический метод, метод диагностирования по анализу комплексных параметров и метод диагностирования по параметрам рабочих процессов. Виброакустический метод может быть использован для



определения технического состояния таких элементов ТА, как топливный насос высокого давления (ТНВД), форсунки и топливopодкачивающий насос. Метод построен на регистрации вибрационных сигналов, которые возникают в процессе работы ДВС и дальнейшем их анализе [1]. Преимуществом виброакустического метода является отсутствие разборочно-сборочных операций. Недостатком является распознавание параметров и дефектов.

Чаще всего на практике пользуются методами диагностики по анализу комплексных параметров технического состояния двигателя и его систем в целом (мощность, среднее эффективное давление, крутящий момент, расход топлива и др.). Перечисленные параметры находятся в тесной корреляционной связи с неисправностями в работе таких систем и механизмов двигателя как: механизм газораспределения, топливная система, система воздухообеспечения, система смазки, система охлаждения, кривошипно-шатунный механизм.

Состояние ТА возможно определить по параметрам рабочих процессов. Данный метод основан на измерении параметров частотно-временной группы, в которой протекает большинство процессов дизеля. Качество процесса распыла и состояние деталей топливной аппаратуры могут быть оценены по таким показателям, как угол опережения, продолжительность распыла, максимальное и среднее давление впрыска и др. При диагностике топливной аппаратуры по указанным выше характеристикам, анализ ее работоспособности осуществляют по осциллограммам процесса впрыскивания топлива [2].

Методы диагностики ТА по параметрам отработавших газов являются универсальными и позволяют регистрировать неисправную работу топливной системы. Однако параметры отработавших газов являются фактом неисправности как ТА, так и технического состояния агрегатов наддува, цилиндропоршневой группы и др. Данные методы являются не в полной мере объективными из-за большого количества факторов, влияющих на параметры отработавших газов.

Методы технического диагностирования ТА требующие частичной или полной ее разборки, достаточно просты и в основном требуют от мастера знания конструкции дизеля и устройства составляющих элементов ТА, которые описаны в специализированной литературе. К основным недостаткам данных методов можно отнести необходимость частичной или полной разборки деталей ТА дизеля.

Поэтому приоритетными можно считать разработки, направленные на создание специальных средств диагностирования, обеспечивающих

получение информации о фактическом техническом состоянии объекта диагностирования без его демонтажа или разбора. При проектировании таких технических средств диагностирования необходимо учитывать наличие следующих приоритетных возможностей: создание баз данных для диагностируемого оборудования; диагностирование узлов ТА без ее демонтажа с ДВС; оценка топливно-энергетических показателей ДВС; диагностика в автоматизированном режиме; дальнейшее развитие диагностической системы.

При детальном рассмотрении каждого из представленных пунктов можно выделить следующие основные составляющие элементы современных средств технической диагностики: персональный компьютер (ПК), на котором с помощью специальных программ формируются базы данных по результатам диагностирования, и проводится их анализ; аналого-цифровой преобразователь (АЦП); комплект датчиков для подключения к диагностируемому объекту; специализированное программное обеспечение с функцией диагностики и рекомендациями для механика; модульная основа средства технического диагностирования позволяющая разделить диагностику каждого узла обследуемого объекта на отдельные модули [2]. Такой подход позволяет логично организовывать дальнейшее развитие диагностической системы, путем модернизации каждого ее элемента независимо друг от друга.

**Заключение.** Анализ методов и способов технического диагностирования показал, что наиболее эффективными можно считать методы, не требующие разборки ТА, а наиболее точную оценку технического состояния ТА можно дать с использованием метода диагностирования по параметрам рабочих процессов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дабровски, З. Исследование чувствительности виброакустических сигналов к механическим повреждениям, которые не распознаются системой бортовой диагностики у дизельных двигателей внутреннего сгорания / З. Дабровски, М. Завица // *Diffusion and Defect Data Pt. B: Solid State Phenomena*. – 2012. – С. 194–199.
2. Крашенинников, С. В. Диагностика топливной аппаратуры дизельного двигателя / С. В. Крашенинников, С. П. Пятин // *Сельский механизатор*. – 2010. – № 7. – С. 30–31.
3. Сулима, Е. В. Методика лабораторных исследований герметичности цилиндропоршневой группы / Е. В. Сулима, В. И. Коцуба // *Инновационные технологии в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства*. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 125–128.
4. Эксплуатация двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие / Б. Л. Охотников. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 140 с.

УДК 621.432

ГУЗАРЕВИЧ С. Н.

## **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА АБРАЗИВНОЕ ИЗНАШИВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Научный руководитель – КОЦУБА В. И., канд. техн. наук, доцент*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Предлагается восстанавливать изношенные рабочие органы полимерными материалами. Анализ дисперсно-упрочненных полимерных материалов показал, что эти материалы имеют широкие возможности для их использования в различных условиях эксплуатации. Применение композита для восстановления не требует дорогостоящих и дефицитных компонентов. Однако сведения о композитах, используемых как абразивостойкие покрытия, носят общий характер и требуют исследований как в лабораторных, так и в реальных условиях. Необходимо обратить внимание на разработку новых абразивостойких дисперсно-упрочненных полимерных материалов, обладающих высокими прочностными свойствами [1, 2].

**Цель работы** – изучить методику лабораторных испытаний на абразивное изнашивание полимерных материалов.

**Материалы и методика исследований.** Геометрическая точность станка определяется проверкой точности взаиморасположения, перемещения и соотношения движения рабочих органов, несущих обрабатываемую заготовку и инструмент. Следовательно, возникает необходимость обосновать диаметр борштанги для обеспечения параметров точности обработки с учетом ее изгиба под действием сил резания.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Методы исследования износостойкости конструктивных элементов машин можно подразделить на три вида: эксплуатационные, стендовые и лабораторные.

Самыми надежными являются исследования в условиях эксплуатации, так как позволяют получить наиболее достоверные данные и о машине и об отдельных узлах и деталях. Между тем проведение подобных изысканий ограничивается большими затратами времени и серьезными финансовыми потерями.

Во избежание отмеченного исследовательские учреждения идут по пути стендовых испытаний. Они позволяют получить достаточно надежные результаты при близком соответствии условий работы на стенде и в эксплуатации.

Наименее трудоемкими и малозатратными являются лабораторные методы испытаний. В тоже время в лабораторных условиях трудно воссоздать весь комплекс реальных условий работы изделия и опытные данные таких испытаний требуют эксплуатационной проверки в условиях эксплуатации. Однако они не заменимы при проведении сравнительных экспериментов при изучении противоизносных свойств материалов, методов обработки, упрочнений и при выборе рациональной формы деталей. Особая значимость подобных исследований заключается в том, что они позволяют накопить и проверить данные для разработки методов предупреждения и торможения изнашивания, и с определенной точностью планировать ресурс деталей.

В зависимости от условий абразивного изнашивания методы и лабораторные установки могут в значительной степени различаться. Так как основная номенклатура деталей почвообрабатывающей техники работает в условиях перемещения в нежестко-закрепленном абразиве, ниже будут рассмотрены устройства и способы для проведения соответствующих испытаний.

Анализ известных источников позволяет выявить две принципиально разные схемы, лежащие в основе конструкций, которые подлежат следующей классификации:

1. Метод и устройства для испытаний при подаче абразивной компоненты в зону трения при статичности образца.
2. Методы и устройства при подаче абразивной компоненты в зону трения и перемещении образца.
3. Методы и устройства для испытаний непосредственно в абразивной массе при движении образца.
4. Комбинированные методы.

Учитывая тот факт, что детали почвообрабатывающих орудий свободно перемещаются в абразивной среде, представленной почвой, в исследованиях будет использоваться метод применительно к условиям движения образцов в незакрепленном абразиве.

Для проведения лабораторных испытаний на изнашивание деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин была изготовлено устройство, состоящее из емкости с абразивной средой, расположенной на станине станка с возможностью перемещения в продольном и поперечном направлениях, а также вал с образцами, расположенными под заданным углом к направлению перемещения грунта, с возможностью их погружения в него на требуемую величину при вращении [4].

Это устройство позволяет проводить сравнительные испытания одновременно нескольких образцов с неодинаковыми свойствами. Изна-

шивание производилось в абразивной среде, находящейся в емкости. Абразивная среда представляет собой смесь кварцевого песка и графитовидных включений.

Количественное соотношение составляющих абразивной среды определяется задачами эксперимента и может быть приближено к реальным условиям. Давление на образец обеспечивается слоем абразива.

Испытания предусматривают периодическую выемку образцов из испытательной камеры для фиксации размеров лунки и перемешивания абразива. Идентичность воздействия среды на испытуемые материалы в любой момент времени испытаний, и достоверность результатов обеспечивается неизменностью условий их проведения т.к. все экспериментальные материалы исследуются одновременно и за один цикл.

Испытания выполнялись следующим образом. Экспериментальный образец со сформированными композиционными материалами крепится к оправке. В емкость, установленную на станине станка, засыпается абразивный состав требуемых свойств. Устанавливается определенная частота вращения шпинделя станка.

Образцедержатель с закрепленным вращающимся образом погружается в абразив и производится изнашивание исследуемых материалов. В процессе испытаний через определенное время (7–10 мин.) осуществляется выемка образца из испытательной камеры и фиксируется износ для оценки его величины и динамики.

Опыт производился в течение 16 часов после чего производится замер величины износа металла в зоне, где полимерный материал не нанёсился и величины износа в зоне нанесения полимерного материала.

**Заключение.** Детали почвообрабатывающих орудий свободно перемещаются в абразивной среде, представленной почвой. Следовательно в исследованиях использовался метод обеспечивающий движения образцов в незакрепленном абразиве. Опыты показали повышением износа стойкости материала по сравнению с базовым металлом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Полимерные композиционные материалы / С. Баженов, А. Берлин, А. Кульков, В. Ошмян. – Москва: Интеллект, 2019. – 352 с.
2. Пухаренко, Ю. В. Дисперсно-армированные материалы и изделия для реконструкции / Ю. В. Пухаренко // Реконструкция Санкт-Петербурга: сборник докладов международной научно - практической конференции. – СПб., 2020. – С. 9–11.
3. Гуль, В. Е. Структура и механические свойства полимеров / В. Е. Гуль, В. Н. Кулезнев. – Москва: Высшая школа, 1991. – 420 с.
4. Беликов, И. А. Повышение долговечности рабочих органов плуга керамическими материалами: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / И. А. Беликов. – Москва, 2002. – 16 с.

УДК 621.432

ГУЗАРЕВИЧ С. Н.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН**

*Научный руководитель – КОЦУБА В. И., канд. техн. наук, доцент  
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь*

**Введение.** Изнашивание цельнометаллического лемеха по ширине нередко сопровождается перезатачиванием лезвийной части с наружной на тыльную из-за процесса самоорганизации износа. Чаще всего заточка осуществляется со стороны поверхности контактирования. Во избежание этого явления используется эффект самозатачивания путем наплавки твердого сплава «сормайт» на тыльную сторону режущей лезвийной части.

Предлагается восстанавливать изношенные рабочие органы полимерными материалами. Однако сведения в отношении влияния дисперсности и концентрации частиц на изменение стойкости к абразивному изнашиванию малочисленны и в ряде случаев противоречивы.

**Цель работы** – изучить возможность применения полимерных материалов для восстановления рабочих органов почвообрабатывающих машин.

**Материалы и методика исследований.** Сопротивление износу наполненных полимерных композиций в основном определяют три фактора: твердость наполнителя, адгезионная прочность и относительная объемная доля частиц.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Композиты, в которых функцию матрицы выполняет полимерный материал, являются одними из наиболее многочисленных и разнообразных материалов в данной группе веществ [1, 2].

Дисперсионно-упрочненные полимерные композиты имеют сравнительно высокие модуль упругости и прочность, по сравнению с исходными полимерными материалами, при сохранении пластичности [3]. В качестве полимерной матрицы в них используют эпоксидные смолы, полиметилметакрилат, полиэтиленгликоль, поливинилиденфторид, полиуретан, полистирол, поликарбонат, поликапролактон, полиакрилонитрил, полибутадиен.

В качестве дисперсных наполнителей выступают вещества как органической, так и неорганической природы с размером частиц от 2–10

до 200–300 мкм]. Наиболее распространены следующие дисперсные наполнители минерального происхождения: карбонат кальция; материалы на основе ПВХ полипропилена; каолин; тальк; диоксид кремния в виде модификаций аморфной и кристаллической структуры минерального или синтетического происхождения; строительные материалы; плавленный кварц – аморфный стеклообразный диоксид кремния; микрокристаллический кварц который используется для материалов на основе эпоксидных, смол; осажденный диоксид кремния – аморфная форма  $\text{SiO}_2$ .

Существенное влияние на свойства наполненных материалов оказывают размер и форма частиц, их концентрация.

Основная масса диспергированных наполнителей имеет диаметр 40–50 мкм, однако в отдельных случаях их размеры могут меняться от 5 до 300 мкм. Частицы могут иметь различную форму: от сферической до игольчатой. Так, частицы продолговатой формы придают материалам повышенные прочностные характеристики [4].

При чрезмерно высоких концентрациях наполнителя возрастает вероятность контакта частиц наполнителя между собой, что снижает служебные свойства композита и может быть критерием, ограничивающим его содержание. В композитах, где размер частиц больше 1 мкм, их содержание составляет 20–25 %, если композиты включают в себя частицы размером от 0,01 до 0,1 мкм, то их концентрация составляет от 1 до 15 %. Использование мелкодисперсных наполнителей способствует повышению вязкости композита и предотвращает или замедляет процесс осаждения частиц, что является положительным фактором.

Одним из основных эффектов использования дисперсных наполнителей является повышение жесткости или модулей упругости полимеров. Данное положение, к сожалению, не используется в полной мере для создания композиционных материалов, способных работать в качестве покрытий, обеспечивающих прочностные показатели детали с одновременным увеличением стойкости к абразивному изнашиванию. Более того, замечено, что наличие твердых частиц в полимерной матрице создает условия для роста модуля упругости. Примером может служить применение эпоксидных композитов с песчаными наполнителями для восстановления стоек культиваторных лап.

Использование полимерных воздействий, вызывает необходимость их пластичности. Наполнители, имеющие высокий коэффициент формы и высокую удельную поверхность (чешуйчатые и волокнистые),

обеспечивают увеличение предела текучести, что объясняется ограничением деформируемости полимерной матрицы.

Твердость наполненных дисперсных композитов зависит: от плотности упаковки частиц наполнителя, модуля упругости, дисперсности, адгезионного взаимодействия компонентов, степени отверждения, совместимости наполнителя и матрицы, наличия стабилизаторов. Создание новых дисперсно-упрочненных композитов, обладающих повышенной стойкостью к абразивному изнашиванию, требует учета данных факторов [4].

Сопротивление износу наполненных полимерных композиций в основном определяют три фактора: твердость наполнителя, адгезионная прочность и относительная объемная доля частиц. Наибольшая абразивная способность присуща композициям, содержащим оксид кремния, корунд и другие порошки с твердыми и прочными частицами.

Адгезионное взаимодействие между матрицей и наполнителем является очень важным в случае, когда абразивная способность дисперсных частиц выше, чем матрицы. Это объясняется тем, что частицы наполнителя могут легко отделяться от матрицы, и наиболее резко проявляется при большом размере частиц наполнителей.

**Заключение.** Анализ дисперсно-упрочненных полимерных материалов показал, что эти материалы имеют широкие возможности для их использования в различных условиях эксплуатации. Применение композита для восстановления не требует дорогостоящих и дефицитных компонентов. Однако сведения о композитах, используемых как абразивостойкие покрытия, носят общий характер и требуют исследований как в лабораторных, так и в реальных условиях. необходимо обратить внимание на разработку новых абразивостойких дисперсно-упрочненных полимерных материалов, обладающих высокими прочностными свойствами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Полимерные композиционные материалы / С. Баженов, А. Берлин, А. Кульков, В. Ошмян. – Москва: Интеллект, 2019. – 352 с.
2. Пухаренко, Ю. В. Дисперсно-армированные материалы и изделия для реконструкции / Ю. В. Пухаренко // Реконструкция Санкт-Петербурга: сборник докладов международной научно - практической конференции. – СПб., 2020. – С. 9–11.
3. Гуль, В. Е. Структура и механические свойства полимеров / В. Е. Гуль, В. Н. Кулезнев. – Москва: Высшая школа, 1991. – 420 с.
4. Беликов, И. А. Повышение долговечности рабочих органов плуга керамическими материалами: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / И. А. Беликов. – Москва, 2002. – 16 с.



УДК 621.432

ДЕМЬЯНОВИЧ И. Ю.

## **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ОТ РЕЖИМА ТОЧЕНИЯ**

*Научный руководитель – Коцуба В. И., канд. техн. наук, доцент*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Износ отверстий под подшипники в корпусных деталях влечет за собой нарушение межосевого расстояния между валами в механизме, что провоцирует изнашивание других, находящихся в сопряжении деталей, например, зубьев шестерен. Поэтому при ремонте корпусной детали уделяется особое внимание определению первоначального места расположения оси отверстия под подшипники [1–3].

Износ цилиндрических поверхностей в корпусных деталях устраняется растачиванием под ремонтный размер, установкой дополнительных ремонтных деталей, нанесением покрытий, наплавкой и плазменным напылением.

При восстановлении цилиндрических отверстий и посадок под валы и подшипники, а также выравнивания соосности цилиндров и т.д. важно иметь возможность выполнять работы непосредственно на подлежащем ремонту узле, без необходимости полной разборки агрегата и транспортировки его в ремонтную зону для последующей обработки на стационарных станках.

**Цель работы** – изучить методику лабораторных экспериментов по определению сил резания при точении металла.

**Материалы и методика исследований.** Анализ выпускаемых мобильных расточных станков показал, что они содержат привод рабочего инструмента в виде борштанги, приводов механизма вращения и механизма продольной подачи борштанги. Для предприятий, выполняющих незначительный объем восстановлений отверстий в корпусных деталях необходим более дешевый расточной станок. Удешевление станка возможно за счет применения ручного привода подачи борштанги и электрической дрели для привода борштанги.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В процессе резания на лезвие резца действуют следующие силы сопротивления перемещению его по траектории относительного рабочего движения: сила упругой деформации снимаемого слоя и обработанной поверхности; сопротивление обрабатываемого материала пластической деформации

стружкообразования; сопротивление пластически деформированных металлов разрушению в местах возникновения новых поверхностей; сопротивление срезаемой стружки дополнительной деформации изгиба и ломанию; силы трения на лезвии и других трущихся поверхностях рабочей части инструмента.

Вышеназванные силы сопротивления перемещению лезвия по траектории относительного рабочего движения нестабильны. Их значения могут колебаться на  $\pm 5-10\%$  от средних величин.

Со стороны срезаемого слоя нормально к передней поверхности резца действуют сила упругой деформации  $P_{упр}$  и сила пластической деформации  $P_{пл}$ . Со стороны обработанной поверхности нормально к задней поверхности резца действуют также силы упругой  $P'_{упр}$  и пластической деформации  $P'_{пл}$ . При относительном перемещении резца и детали возникают силы трения по передней и задней поверхности резца [4]:

$$T = \mu(P_{упр} + P_{пл}) \text{ и } T' = \mu'(P'_{упр} + P'_{пл}), \quad (1)$$

где  $\mu$  и  $\mu'$  – коэффициенты трения.

Эта система сил приводится к одной силе  $P$ , называемой силой резания. В практических расчетах используют составляющие силы резания:

$P_z$  – главная составляющая силы резания, или тангенциальная (вертикальная) сила, касательная к поверхности резания и совпадающая с направлением главного движения. По ней рассчитываются мощность, затрачиваемая на резание, мощность электродвигателя и детали механизма главного движения станка;

$P_x$  – осевая сила, или сила подачи, действующая параллельно оси заготовки в направлении, противоположном движению подачи. По ней, с учетом веса движущихся частей станка от действия сил  $P_z$  и  $P_y$ , рассчитывается мощность, потребная для осуществления движения подачи;

$P_y$  – радиальная сила, направленная перпендикулярно к оси обрабатываемой заготовки. По ней рассчитывается станок на жесткость.

Равнодействующая сила  $P$  (Н) представляет собой геометрическую сумму трех составляющих сил и зависит от ряда факторов, влияние которых можно представить в виде функции [1,2, 4]

$$P = f(t, S, V, \gamma, \alpha, \phi, \lambda, r, h_3, k_{охл}, M_и, M_3), \quad (2)$$

где  $t$  – глубина резания, мм;  $S$  – подача (скорость подачи), мм/об;  $V$  – скорость резания, м/мин;  $\gamma$  – передний угол, град;  $\alpha$  – главный задний

угол, град;  $\varphi$  – главный угол в плане, град;  $\varphi'$  – вспомогательный угол в плане, град;  $\lambda$  – угол наклона главной режущей кромки, град;  $r$  – радиус закругления вершины резца, мм;  $h_3$  – износ резца, мм;  $k_{\text{охл}}$  – фактор охлаждения или смазки в процессе резания;  $M_{\text{и}}$  – характеристика качества материала инструмента;  $M_3$  – характеристика качества обрабатываемой заготовки.

Из приведенного выражения видно, что сила резания является функцией многих переменных. Это вызывает большую трудность при определении вида функции математическими методами. Однако на основе экспериментальных данных известно, как влияет изменение того или иного фактора резания на силу, а, зная влияние отдельных факторов, можно сделать обобщенные выводы для тех или других ограниченных условий и получить более простые формы уравнения зависимости сил резания от основных условий процесса резания металлов.

Для измерения составляющих силы резания и изучения влияния на них различных факторов применяют специальные приборы – динамометры. Динамометры в зависимости от количества измеряемых составляющих бывают одно- (например, для силы  $P_z$ ), двух- и трехкомпонентные ( $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$ ). По принципу действия динамометры подразделяются на электрические, механические и гидравлические.

Динамометр устанавливается на верхнем суппорте токарного станка, вместо предварительно снятого резцедержателя, и закрепляется болтом. Корпус динамометра выполнен таким образом, что державка, в которой закрепляется резец, оказывается соединенной с остальной частью динамометра посредством торсионных брусков.

Под действием тангенциальной составляющей силы  $P_z$  резец слегка наклоняется, закручивая торсионные бруски. При этом конец длинной планки, приваренной к державке поднимается, нажимая посредством стержня на ножку индикатора. Перемещение ножки индикатора пропорционально деформации торсионных брусков и, следовательно, тангенциальной составляющей силы резания. Две другие составляющие силы резания  $P_y$  и  $P_x$ , изгибая торсионные бруски, вызывают перемещение планки только в горизонтальной плоскости и на показания индикатора практически не влияют.

Для получения формулы, описывающей связь между силой резания и переменными ( $t$ ,  $S$ ,  $V$ ), могут применяться различные методы обработки экспериментальных данных (графический, графоаналитический, средних величин, наименьших квадратов). При изменении любого

фактора сила резания монотонно возрастает или убывает. Эти зависимости хорошо описываются степенной функцией следующего вида:

$$Y = C \cdot x^k. \quad (3)$$

Таким образом находятся частные функциональные зависимости:

$$P_{z1} = C_{1Pz} t; \quad (4)$$

$$P_{z2} = C_{2Pz} S; \quad (5)$$

$$P_{z3} = C_{3Pz} n, \quad (6)$$

по которым возможен расчет составляющей силы  $P_z$  по одному из элементов режима резания.

Окончательная (обобщенная) формула для практического расчета силы  $P_z$  (при заданном обрабатываемом материале заготовки, геометрии, материале и износе резца, охлаждении и пр.) будет иметь следующий вид [4]:

$$P_{z1} = C_{Pz} t S V. \quad (7)$$

Следовательно, обработка результатов опытов сводится к получению цифровых данных для постоянной  $C_{Pz}$  и показателей степеней  $X_{Pz}$ ,  $Y_{Pz}$ ,  $n_{Pz}$ .

С целью исключения из эксперимента объективного влияния исследователя и повышения точности определения параметров как частных функциональных зависимостей, так и обобщенной, можно применять регрессионный анализ.

**Заключение.** Изложенная методика обработки опытных данных применима к определению взаимосвязи между другими характеристиками процесса точения (температурой резания, износом и стойкостью резца и пр.).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Обработка заготовок деталей машин резанием (Проектирование технологического процесса): учебное пособие. – Горки: БГСХА, 2004. – 124 с.
2. Некрасов, С. С. Обработка материалов резанием: учебное пособие / С. С. Некрасов. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 336 с.
3. Кузьмин, А. В. Расчеты деталей машин: справочное пособие / А. В. Кузьмин, И. М. Чернин, Б. С. Козинцов. – Минск: Вышэйшая школа, 1986. – 400 с.
4. Савенок, Л. И. Зависимость вертикальной составляющей силы резания от режима обработки при точении: методические указания по выполнению лабораторной работы / Л. И. Савенок, В. И. Кокуба. – Горки: БГСХА, 2018. – 24 с.

УДК 621.432

ДЕМЬЯНОВИЧ И. Ю.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СИЛ РЕЗАНИЯ И РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ БОРШТАНГИ**

*Научный руководитель – КОЦУБА В. И., канд. техн. наук, доцент*  
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** При восстановлении цилиндрических отверстий и посадок под валы и подшипники, а также выравнивания соосности цилиндров и т.д. важно иметь возможность выполнять работы непосредственно на подлежащем ремонту узле, без необходимости полной разборки агрегата и транспортировки его в ремонтную зону для последующей обработки на стационарных станках [1, 2, 3].

При черновом точении ставится задача снять припуск с заготовки за меньшее число рабочих ходов (проходов). В связи с этим ставится задача установить рабочий режим обработки (глубину, подачу, скорость) максимально возможными. Ограничивающим фактором их выбора как минимум является износ резца, его геометрия, материалы резца и заготовки, а также мощность электропривода станка.

**Цель работы** – обоснование диаметра борштанги исходя из соблюдения параметров точности обработки с учетом изгиба борштанги под действием сил резания.

**Материалы и методика исследований.** Геометрическая точность станка определяется проверкой точности взаиморасположения, перемещения и соотношения движения рабочих органов, несущих обрабатываемую заготовку и инструмент. Следовательно, возникает необходимость обосновать диаметр борштанги для обеспечения параметров точности обработки с учетом ее изгиба под действием сил резания.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Определение тангенциальной силы от параметров резания выполнялось на токарном станке 1К62, обеспечивающем требуемую жесткость системы станок – инструмент – деталь. Использовалась заготовка из стали 45 диаметром 140 мм, резец токарный проходной с пластижкой из твердого сплава ВК-6 с углами  $\varphi = 45^\circ$ ,  $\gamma = 0^\circ$ ,  $\alpha = 10^\circ$ ,  $\lambda = 0$ .

Для определения тангенциальной силы от параметров резания использовался однокомпонентный механический динамометр ДК-1, позволяющий измерять величину силу резания  $P_z$  до 6000 Н.

Динамометр ДК-1 был установлен на верхнем суппорте токарного станка 1К62, вместо предварительно снятого резцедержателя, и закреп-

плен болтом. Перед началом работы была проверена надежность закрепления измерительного прибора на станке, так как при недостаточно прочном закреплении возникают вибрации резца, искажающие результаты испытаний. Также проверялась надежность закрепления заготовки. Во избежание вибраций в процессе резания применялся резец с положительным передним углом и значительным углом в плане, резец располагался несколько выше центра.

Экспериментальное исследование содержало три серии опытов с трехкратной повторностью. В первой серии опытов заготовка обрабатывалась с четырьмя различными глубинами резания ( $t_1, t_2, t_3, t_4$ ), оставляя все другие факторы (подачу, скорость резания и др.) неизменными [3].

Во второй серии опытов заготовка обрабатывалась при переменной подаче ( $S_1, S_2, S_3, S_4$ ), а глубина и скорость резания оставались постоянными.

В третьей серии опытов обработка велась при переменной скорости резания ( $V_1, V_2, V_3, V_4$ ), а подача и глубина резания сохраняли свои значения постоянными.

Для каждого значения подачи фиксировались показания индикатора и определялась величина силы  $P_z$ . Полученные в эксперименте результаты представлены в таблице.

**Результаты испытаний по влиянию режима обработки на вертикальную составляющую силы резания при точении**

Серия опытов	№ опыта	Глубина резания $t$ , мм	Подача $S$ , мм/об	Скорость резания $V$ , м/мин	Сила резания $P_z$ , Н	Сила резания расчетная $P_{zр}$ , Н	Абсолютная ошибка, Н	Относительная ошибка, %
$P_z = f(t)$	1	1	0,1	88	250	253,11	3,11	1,24
	2	2			500	506,22	6,22	1,24
	3	3			750	759,33	9,33	1,24
	4	4			1000	1012,43	12,43	1,24
$P_z = f(S)$	1	1	0,1	88	250	253,11	3,11	1,24
	2	1	0,2		400	425,68	25,68	6,42
	3	1	0,3		600	576,96	-23,04	-3,84
	4	1	0,4		750	715,90	-34,10	-4,55
$P_z = f(V)$	1	1	0,1	88	250	253,11	3,11	1,24
	2	1		136	235	238,14	3,14	1,34
	3	1		219	220	222,78	2,78	1,26
	4	1		312	210	212,01	2,01	0,96

Анализ таблицы показал, что при увеличении глубины резания  $t$  и подачи  $S$  сила резания  $P_z$  увеличивается в прямой зависимости. Увели-

чение скорости резания  $V$  значительно уменьшает силу резания  $P_z$ , однако при увеличении скорости резания может происходить повышенный износ резца и в итоге, снижение качества обработки..

Среди задач обеспечения эффективности работы расточных станков одной из важных задач является обеспечение точности обработки. При этом обеспечение точности обработки борштангой, которая представляет собой нежесткую деталь типа «вал» находится в ряду важнейших [4].

Нежестким принято называть вал, у которого отношение длины к приведенному диаметру определяется выражением [4]:

$$\frac{L}{d} \geq 10...12, \quad (1)$$

где  $L$  – длина вала (расстояние между опорами борштанги), мм;

$d$  – диаметр вала (диаметр борштанги), мм,

Среди факторов, влияющих на погрешности формы нежестких деталей типа «вал», отдельно следует отметить деформацию (прогиб) заготовки под действием радиальной составляющей силы резания (или стрелу прогиба). Стрела прогиба определяется координатами приложения радиальной составляющей силы резания, модулем нормальной упругости борштанги, ее геометрическими параметрами и схемой закрепления на обрабатываемой детали. Борштанга представляет собой двухопорный вал.

Стрела прогиба борштанги для указанной схемы закрепления определяется следующим образом [4]:

$$y = \frac{P_y \cdot x_p^2 \cdot L_{б.р.} - x_p^2}{3 \cdot E \cdot J \cdot L_{б.р.}}, \quad (2)$$

где  $P_y = 0,4 P_z$  – радиальная составляющая силы резания, Н;  $L_{б.р.}$  – длина борштанги между точками закрепления, мм;  $x_p$  – расстояние от опоры до места приложения силы, мм;  $E$  – модуль нормальной упругости, кг/мм<sup>2</sup> (для стали 9ХВГ –  $E = 2,75...3,02 \cdot 10^6$  кг/мм<sup>2</sup> или  $\sim 2,75...3,02 \cdot 10^3$  МПа);  $J$  – приведенный момент инерции сечения борштанги, мм<sup>4</sup>, определяемый по формуле:

$$J = \frac{\pi \cdot d_6^4}{64 \cdot 10^4}, \quad (3)$$

где  $d_6$  – диаметр борштанги, мм;

На основании результатов эксперимента по определению сил резания (таблица) нами выполнен расчет максимального изгиба борштанги в зависимости от ее диаметра и расстояния между опорами.

Отверстия в корпусных деталях растачиваются с полем допуска  $H$ . Сопоставляя результаты расчета с величиной предельных отклонений отверстий разных квалитетов точности можно сделать вывод, что борштанга диаметром 20 мм не обеспечивает требуемой точности обработки на всем исследованном диапазоне сил резания.

Борштанга диаметром 30 мм позволяет получить 6-квалитет точности при расстоянии между опорами 200 мм и радиальной составляющей силы резания 100 Н, а также 7-квалитет при расстоянии между опорами 200 мм и радиальной составляющей силы резания 200 Н.

Борштанга диаметром 40 мм при расстоянии между опорами 200 мм позволяет получить 5-квалитет точности при всех исследованных режимах резания. 7-квалитет может достигаться при радиальной составляющей силы резания 200 Н при расстоянии между опорами борштанги до 400 мм, а при радиальной составляющей силы резания 100 Н – при расстоянии между опорами борштанги до 600 мм.

Борштанга диаметром 50 мм позволяет получить 5-квалитет точности при всех исследованных режимах резания. при расстоянии между опорами до 300 мм, 7-квалитет – на всех режимах резания при расстоянии между опорами борштанги до 450 мм, при радиальной составляющей силы резания 200 Н – до 650 мм, и при радиальной составляющей силы резания 100 Н – до 900 мм.

**Заключение.** При расточке отверстий для получения 5-го – 7-го квалитетов точности следует использовать борштанги диаметром не менее 40 мм, а при установке опор на расстоянии более 600 мм следует использовать режимы резания с уменьшенной подачей и глубиной обработки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Обработка заготовок деталей машин резанием (Проектирование технологического процесса): учебное пособие. – Горки: БГСХА, 2004. – 124 с.
2. Некрасов, С. С. Обработка материалов резанием: учебное пособие / С. С. Некрасов. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 336 с.
3. Савенок, Л. И. Зависимость вертикальной составляющей силы резания от режима обработки при точении: методические указания по выполнению лабораторной работы / Л. И. Савенок, В. И. Коцуба. – Горки: БГСХА, 2018. – 24 с.
4. Кузьмин, А. В. Расчеты деталей машин: справочное пособие / А. В. Кузьмин, И. М. Чернин, Б. С. Козинцов. – Минск: Высшая школа, 1986. – 400 с.



Секция. Безопасность жизнедеятельности  
в сельскохозяйственном производстве

УДК 331.45

ЗАЙЦЕВА Е. С.

**ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ  
НАСЕЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ  
И ЗАЩИТЫ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ  
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

*Научный руководитель – ЦАЙЦ М. В., ст. преподаватель*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Население страны должно быть подготовлено к действиям при возникновении чрезвычайных ситуации (ЧС) мирного и военного времени. Одной из самых актуальных проблем является подготовка населения в области гражданской обороны (ГО). Обучение населения имеет высокую необходимость в связи с тем, что в современном мире ведется активное развитие вооружения и для того, чтобы в случае возникновения военного конфликта население смогло предпринять правильные действия для выживания необходимо правильно и качественно проводить подготовку как управляющих органов, так и обычных граждан. Повысить качество обучения населения возможно за счет введения новых способов передачи информации об этом [1–6].

**Цель работы** – совершенствование единой системы подготовки населения в области ГО и защиты от ЧС.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Для удобства, а также более качественного обучения населения в области ГО и ЧС выделяют следующие категории: руководители и работники органов исполнительной власти, руководители организаций; работники эвакуационных и эвакуационных комиссий; личный состав формирований и служб; работающее население; учащаяся молодежь; неработающее население.

Для каждой категории отдельно разрабатывается программа обучения. При этом зачастую наблюдаются случаи полное или частичное дублирования программ обучения. Поскольку один и тот же человек может относиться одновременно к двум или трем категориям населения выделяемых при обучении действиям в ЧС.

Для подготовки и проведения обучения населения определены общие принципы, а именно: универсальность; обучение первоочередным вещам в условиях военного времени; постепенное и систематичное обучение; доступность и наглядность; применение как коллективного, так и индивидуального подхода в обучении.

Качество обучения будет зависеть от того, насколько качественно будут применяться его методы и формы. Сторону подготовки и организации учебного процесса определяют формы обучения. Они отвечают за структурность обучения: группировку состава, определение места и времени, где будет проходить обучение, а также роль и специфику того, чем будут заниматься обучаемые.

К формам обучения можно отнести такие мероприятия, как классные занятия, объектовые тренировки, тактико-специальные учения, комплексное обучение ГО [4, 6].

Метод обучения – это то, чем непосредственно руководитель занятия руководствуется для качественной передачи знаний, необходимых навыков и умений, а также определенные физические и умственные качества, для выполнения задач в области ГО. Основным же методом обучения является проведение практических занятий. В обучении личного состава ГО предусматриваются такие мероприятия как лекции, практические занятия и групповые упражнения.

Главной задачей по обучению населения является увеличение охвата и повышение эффективности его обучения путем консолидации усилий органов исполнительной власти, государственных образований, организаций и совершенствования системы обучения. Большой объем и сложность задач по обучению населения в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера требует к себе постоянного внимания со стороны должностных лиц и специалистов ГО.

От того, какое место в системе ценностей и идеалов личности занимают вопросы обеспечения собственной безопасности, безопасности окружающих людей, природной среды, зависит и безопасность жизнедеятельности, как самого человека, так и общества в целом. Нужно, чтобы безопасность жизнедеятельности стала внутренней необходимой потребностью каждого человека.

Добиться этого возможно путем формирования общественного мнения, направленного на обеспечение безопасности. Способствовать этому будет агитационная, пропагандистская деятельность, которая может быть осуществлена благодаря проведению масштабной, обще-

национальной, целенаправленной информационной компании с участием органов государственной власти с привлечением средств массовой информации и общественных организаций.

Можно установить специальные стенды с указанием места эвакуации для района, где он непосредственно находится; добавить инструкции по действиям в общественный транспорт, местах массового пребывания людей. Увеличить интерес подрастающего поколения с помощью создания каких-либо игр данной направленности, для того чтобы дети могли получить удовольствие от изучения в непринужденной обстановке.

**Заключение.** Обучение населения в области ГО является очень важным вопросом, для того чтобы в случае ЧС население смогло выполнить все меры по обеспечению собственной безопасности нужно увеличить количество источников информации.

Проведение комплексных исследований позволит выработать предложения по совершенствованию системы обеспечения безопасности жизнедеятельности населения и территорий от угроз современного мира, уточнить порядок и формы подготовки населения, а также сформировать общественное мнение, направленное на обеспечение безопасности личности, общества и государства в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 312 с.
2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
3. Босак, В. Н. Особенности подготовки специалистов по безопасности жизнедеятельности / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2018. – Вып. 3. – С. 51–55.
4. Полежаева, О. С. Предложения по совершенствованию системы подготовки неработающего населения в области ГО и защиты от ЧС / О. С. Полежаева, М. А. Разводов // Мировая наука. – 2021. – № 3 (48). – С. 66–73.
5. Цайц, М. В. Особенности правового регулирования защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в Республике Беларусь / М. В. Цайц, А. А. Глушковская, В. М. Бычковская // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 56–60.
6. Шапошников, М. Р. Применение информационно-аналитических технологий в области защиты населения и территорий от ЧС / М. Р. Шапошников // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2016. – № 1-1 (7). – С. 199–204.

УДК 331.45

КОВТУН Р. В.

## **ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ЗАГОТОВКЕ СЕНА**

*Научный руководитель – БОСАК В. Н., доктор с.-х. наук, профессор  
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь*

**Введение.** Сельскохозяйственное производство является отраслью экономики, которая характеризуется целым рядом специфических особенностей, при которых на работника воздействует целый ряд опасных и вредных производственных факторов [1–3, 8].

**Основная часть.** В процессе заготовки сена опасность представляют сами движущиеся автомобили и тракторы, участвующие в заготовке и перевозке сена с поля. При работе на косилках опасность составляет захват конечностей работающими органами, засорением глаз технологическими продуктами.

Шум, возникающий при работе производственного оборудования и превышающий нормативные значения, воздействует на центральную и вегетативную нервную систему человека, органы слуха. Работающий в условиях длительного шумового воздействия испытывает раздражительность, головную боль, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, нарушение сна. Длительное воздействие шума, уровень которого превышает допустимые значения, может привести к заболеванию человека шумовой болезнью – нейросенсорная тугоухость. Шум следует считать причиной потери слуха, некоторых нервных заболеваний, снижения продуктивности в работе и некоторых случаях потери жизни [5].

Воздействие вибрации на человека вызывает изменения как физиологического (развитие нервных заболеваний, нарушение функций сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата и органов внутренней секреции, поражение мышечных тканей и суставов и др.), так и функционального (повышение утомляемости, увеличение времени двигательной и зрительной реакции, нарушение вестибулярных реакций и координации движений и т. д.) состояния организма человека, что может вызвать также вибрационную болезнь [7].

Продолжительное пребывание при повышенной температуре воздуха приводит к повышению температуры тела, ускорению пульса, ослаблению деятельности сердечно-сосудистой системы, снижению

внимания, замедлению скорости реакции, нарушению точности и координации движений, быстрой утомляемости, понижению умственной и физической работоспособности [4].

Пыль оказывает вредное воздействие на глаза, кожу дыхательные пути и слизистые оболочки. Основным барьером на пути проникновения пыли в организм является слизистая оболочка носа, задерживающая около половины пыли, содержащейся в окружающем воздухе. При длительном воздействии пыли фильтрующая способность носовой полости снижается, могут развиваться хронические воспалительные процессы [6].

Меры безопасности, которые необходимо соблюдать при заготовке сена:

- привести в порядок спецодежду, застегнуть ее на все пуговицы, волосы убрать под головной убор;

- при проведении механизированных уборочных работ следует руководствоваться требованиями, изложенными в технических описаниях и инструкциях по эксплуатации организаций-изготовителей машин;

- запасные ножи уборочных машин должны храниться в деревянных чехлах на полевом стане. Как исключение, допускается хранение запасного ножа на жатке в недоступном месте для обеспечения безопасности обслуживающего персонала машины во время ее осмотра и проведения технического обслуживания;

- запрещается нахождение людей в кузове автомобиля или тракторного прицепа при заполнении их технологическим продуктом, зеленой массой либо сеном;

- к управлению самоходными комбайнами и проведению их технического обслуживания допускаются работники, достигшие 18-ти летнего возраста, прошедшие в установленном порядке медицинский осмотр, профессиональную подготовку, обучение и проверку знаний по вопросам охраны труда;

- техническое обслуживание, ремонт и устранение забиваний, зависаний и намоток технологического продукта на рабочие органы уборочных машин следует проводить только при выключенных рабочих органах и остановленном двигателе [2].

К началу уборочных работ должны быть проведены следующие организационные мероприятия: завершена подготовка тракторов и уборочных машин; созданы уборочно-транспортные комплексы (звенья) с закреплением техники за работниками; организованы звенья технического обслуживания; на выделенных участках оборудованы полевые

станы и места для отдыха работников, площадки для хранения техники и горюче-смазочных материалов; проведен инструктаж по охране труда на рабочем месте.

При организации инструктажа по охране труда на рабочем месте должны учитываться состояние убираемой культуры и погодные условия, вид уборочной техники и транспортных средств, количество и квалификация работников.

Комплектование уборочных комплексов работниками осуществляется с учетом их квалификации.

При проведении технического обслуживания уборочных машин и транспортных агрегатов в темное время суток необходимо организовать искусственное освещение площадок.

Для снижения отрицательного воздействия низкочастотных колебаний (вибрации) машины на организм работника и улучшения технологических показателей направление кошения должно совпадать с направлением пахоты и быть поперек или под углом к направлению посева.

**Заключение.** Соблюдение всех норм и правил, а так же ответственное отношение к своей работе может гарантировать безопасные условия труда при заготовке сена для работника, а также снизить опасность травматизма и профессиональных заболеваний.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко, А. С. Требования по охране труда при работах на сушилках льновороха / А. С. Алексеенко, В. Н. Босак, М. В. Цайц // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 314–316.
2. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 217 с.
3. Босак, В. Н. Требования охраны труда в различных отраслях АПК / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль Т. В. Сачивко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 9–12.
4. Исследование микроклимата в рабочей зоне / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 23 с.
5. Исследование производственного шума / А. Е. Кондраль [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 15 с.
6. Определение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны / А. Е. Кондраль [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – 20 с.
7. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
8. Требования охраны труда при работе с пестицидами и удобрениями / М. П. Акулич [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 3–6.

УДК 331.45

КУРАЛЕНКО А. Ю.

## **МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

*Научный руководитель – КОНДРАЛЬ А. Е., канд. техн. наук, доцент  
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
Горки, Республика Беларусь*

**Введение.** Современная жизнь пестрит широким разнообразием сфер деятельности, производства, народного хозяйства в которых требуется использовать различные методы и способы обезопасивания жизни, для увеличения производительности труда и недопущения травм на производстве. Такая тенденция во многом связана с глобализацией, всеобщей втянутости в экономические процессы страны, мира. По своей воле или нет, каждый из нас становится субъектом экономики, который играет по её же правилам. Стремясь к максимальной прибыли, какой бы она ни была, мы желаем инвестировать капитал в безопасные проекты. В строительстве такими проектами являются такие, которые будут требовать минимально возможных затрат с сохранением качества объекта, и скорейшие сроки ввода в эксплуатацию, что позволит скорее получать прибыль инвестору. А чем больше прибыли получают участники строительного процесса, тем больше вероятность, что условия труда на рабочих местах будут совершенствоваться. В борьбе за жизни людей и репутацию безопасного производства строительные компании вынуждены обеспечивать охрану труда на производстве [1–6, 8].

**Цель работы.** Целью данной работы является краткое описание обеспечения охраны труда в строительном производстве Российской Федерации и США, выделение их особенностей и их оценка.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Охрана труда в Российской Федерации осуществляются путем следования правилам, описанным в Приказе Министерства труда и социальной защиты РФ от 11 декабря 2020 г. № 883н «Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте» [7].

Этот подход подразумевает знание и соблюдение правил, ведение учёта производственных травм, ведение статистических данных на уровне государства. В приказе четко изложены права и обязанности работодателя и рабочего, таким образом, чтобы их соблюдение не вызвало вопросов. Этот подход является традиционным, проверенным

годами, но все же устаревшим, ведь требования охраны труда невозможно просто установить в память человека, а люди, даже знающие эти требования, зачастую пренебрегают ими. В следствии этого необходим постоянный контроль знаний, который должен осуществляться с определённой периодичностью.

Соединенные Штаты Америки имеют правила по охране труда в строительстве, утверждённые Управлением по охране труда – OSHA (Occupational Safety and Health Administration). Американский подход к обеспечению охраны труда в строительном производстве представляет нечто иное, не слепое соблюдение правил охраны труда, а создание культуры охраны труда. Создание культуры охраны труда может решить проблему с заучиванием, обучения и контроля в области охраны труда. Так как, работник, заинтересованный быть компетентным, прикладывает больше усилий для того, чтобы знать и выполнять требования охраны труда в строительном производстве. Проблему учета несчастных производственных и непроизводственных случаев в США решается посредством создания программных продуктов для обеспечения безопасности строительства.

Внедрение разработанных программ для обеспечения безопасности строительства дает ряд преимуществ – менеджеры могут собирать данные о безопасности на многих устройствах из любого места в поле, легче отслеживать травмы, инциденты, аварии и дорожно-транспортные происшествия, получить доступ к упрощенной отчетности об инцидентах, более тщательно планировать проверки безопасности, наблюдения, инциденты и многое другое. Это упрощает выполнение анализа безопасности труда с помощью программного обеспечения по безопасности строительства. При этом компании могут проявлять инициативу при выявлении проблем с безопасностью.

Отчет, опубликованный Dodge Research and Analytics в этом году, показал, что строительные компании, продемонстрировавшие сильную культуру безопасности, получают гораздо больше преимуществ, чем компании, у которых нет практик управления безопасностью качества.

**Заключение.** В заключении можно говорить, что каждый из подходов имеет множество отличительных черт. К таким можно отнести:

Подход РФ предполагает, что работники должны заучить правила и выполнять работу в соответствии с ними, в то время как подход США – создание культуры безопасности на строительном производстве.



В подходе США используются программные обеспечения, которые по технологиям и качество-количественному показателю выше, чем в подходе РФ.

Так же стоит отметить, что оба подхода постоянно развиваются и не являются завершенными.

Немаловажным фактором является профессионализм руководителя, который ответственен за обеспечение охраны труда в строительном производстве. Технологический прогресс тоже является неотъемлемой частью в развитии организации охраны труда в строительном производстве, так как проекты, являющиеся более безопасными, по отношению к менее безопасным, приносили и будут приносить деньги, а главное они будут сохранять человеческие жизни. На ряду с профессионализмом руководителя и технологическим прогрессом, стоит мотивированность рабочих, как руководящего звена, так и низших звеньев. Ведь научно доказано, что, люди, которых не принуждают к работе, выполняют ее гораздо быстрее и более качественно, нежели те, которых принуждают и заставляют.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Требования охраны труда в различных отраслях АПК / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, Т. В. Сачивко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – 2021. – Вып. 6. – С. 9–12.
2. Добрушина, М. А. Причины несчастных случаев в строительстве, связанные с обвалами и обрушением грунта / М. А. Добрушина, А. Е. Кондраль // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 17–19.
3. Зайцев, В. С. Новые направления обеспечения безопасности труда в строительстве / В. С. Зайцев, А. Е. Кондраль // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 54–56.
4. Кудрявцев, А. Н. Безопасность труда при производстве земляных работ / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак, А. С. Алексеенко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – 2020. – Вып. 5. – С. 286–289.
5. Лазаренков, А. М. Охрана труда в строительстве / А. М. Лазаренков, Л. П. Филинович. – Минск: РИВШ, 2018. – 439 с.
6. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
7. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 11 декабря 2020 г. № 883н «Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400023111/#1000>. – Дата доступа: 17.03.2022.
8. Пути снижения травматизма при валке деревьев / А. Е. Кондраль [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – 2020. – Вып. 5. – С. 98–102.

УДК 614.89 (476+(470+571))

МАКСИМЕНКО Д. А., КАРТАВЕНКО Ю. В.

## **БОЕВАЯ ОДЕЖДА ПОЖАРНЫХ БЕЛАРУСИ И РОССИИ**

*Научный руководитель – ПУЗЕВИЧ В. В., ассистент*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь.

Во время тушения пожара тепловые поражающие факторы, такие как высокая температура, открытое пламя, тепловой поток, могут превышать предельно допустимые значения, что в совокупности с большой физической нагрузкой может приводить к травмированию пожарного. Так, при резком увеличении температуры в подкостюмном пространстве боевой одежды происходит повышение температуры тела пожарного, увеличение частоты сердечных сокращений и артериального давления, что приводит к ухудшению самочувствия, нарушению терморегуляции, и впоследствии – к тепловому удару или ожогу [1–6].

Одежда пожарных Республики Беларусь изготавливается из ткани с огнезащитными свойствами «Леонид» (метаарамид-93 %, полиарамид – 5 %, антистатик – 2 %). Пакет материала, соответствует следующим требованиям: устойчивость к воздействию открытого пламени, не менее 15с.; устойчивость к воздействию температуры 300<sup>0</sup>С; водонепроницаемость; устойчивость к контакту с нагретыми до температуры 400<sup>0</sup>С твердыми поверхностями, не менее 10с. Отличительной особенностью является масса, которая составляет менее 4 кг. Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь постоянно совершенствуют модели, внедряя новые технологии и повышая ее защитные функции.

Россия расположена в трех климатических поясах: арктическом, субарктическом, умеренном. В отдельных регионах страны, температура может опускаться до -46<sup>0</sup>С (Север Дальнего Востока), а в самых теплых регионах страны (Краснодарский край) среднегодовая температура составляет +17<sup>0</sup>С. В связи с вышеизложенным, в МЧС РФ выполнена работа по оснащению пожарно-спасательных подразделений современными видами экипировки и снаряжения для сотрудников, проходящих службу в разных регионах страны.

Боевая одежда пожарных для южных регионов состоит из материала «Силотекс-97» полотно на основе 100 % комплексной параарамидной нити с внутренним полимерным покрытием; удвоенный

слой теплоизолятора и гигиенической подкладки. Отличительной особенностью комплекта является снижение массы комплекта с 5,0 кг до 3,5 кг, улучшенная эргономика. Небольшая масса комплекта за счет применяемых материалов позволяет пожарному чувствовать себя комфортно при высоких температурах окружающей среды. Устойчивость боевой одежды пожарного к воздействию открытого пламени составляет 15 с. при нормативном значении 5 с.

Боевая одежда для пожарных холодных регионов страны также состоит из материала «Силотекс-97» (100 % штапельный арамид), переплетение рип-стоп (в каркас введена комплексная высокопрочная пара-арамидная нить) с внутренним полимерным покрытием, удвоенный слой теплоизолятора, гигиенической подкладки. Отличительной особенностью комплекта – снижение массы с 7,0 кг до 5,0 кг, улучшенные эргономические свойства. Материал верха в данном исполнении отличается сохранением свойств при высоких среднегодовых и среднесуточных перепадах температур. Устойчивость БОП к воздействию открытого пламени составляет 15с. при нормативном значении 5 с.

Исходя из вышеизложенных данных, мы можем сделать вывод, что боевая одежда пожарных России и Беларуси имеет схожие эксплуатационно-технические характеристики. Боевая одежда белорусских пожарных не уступает российским аналогам, а в некоторых параметрах и превосходит, например, вес боевой одежды пожарных составляет всего 4 килограмма, когда вес одежды российских пожарных может достигать и 7 килограмм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 312 с.
2. Исследование качеств боевой одежды пожарного [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-kachestv-boevoy-odezhdy-pozharnogo>. – Дата доступа: 31.01.2022.
3. Коленченко, Е. О. Анализ требований пожарной безопасности в АПК Беларуси, России и Украины / Е. О. Коленченко, И. И. Контровский, М. В. Цайц // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 17–19.
4. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
5. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 209 с.
6. Специальная защитная одежда пожарных-спасателей [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://niipb.mchs.gov.by/razrabotki/boevaya-odezhda-pozharnogo-i-spatatelya>. – Дата доступа: 13.02.2022.

УДК 349.2-058.86

МОРОЗОВ А. А.

## **ТРУДОУСТРОЙСТВО И ОХРАНА ТРУДА НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ**

*Научный руководитель – ПУЗЕВИЧ В. В., ассистент*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

Привлечение различных групп населения, в том числе и несовершеннолетних к общественно полезному труду является важной задачей как в Республике Беларусь, так и во многих зарубежных государствах [1–7, 11].

В период летних каникул сотрудниками организаций становятся несовершеннолетние работники от 14 до 18 лет, в отношении которых законодательством установлены определенные ограничения по видам работ, условиям труда и отдыха, нормам выработки, продолжительности рабочего времени и др. [8].

В Беларуси несовершеннолетние, достигшие 14-летнего возраста, с согласия одного из родителей или лица, их заменяющих, принимаются на работу для выполнения в свободное от учебы время для выполнения легкого труда, не причиняющего вреда их здоровью и не наносящего ущерба посещаемости учебного заведения [9].

Продолжительность рабочего времени в период каникул не может превышать: для учащихся в возрасте от 16 до 18 лет – 35 часов в неделю и 6 часов в день, для учащихся от 14 до 16 лет – 23 часа в неделю и 4 часа в день.

Для сравнения, рассмотрим трудоустройство в Германии и США. Согласно закону Германии, регулярная, постоянная и ежедневная работа в течение полной рабочей смены детей и подростков, которые обязаны посещать школу в течение полного учебного дня, запрещается [2, 10].

Как и любые работники, несовершеннолетние молодые люди Германии имеют при работе право на оплачиваемый годовой трудовой отпуск. Продолжительность этого отпуска зависит от возраста несовершеннолетнего работника (ученика).

Согласно закону в Германии, работающие подростки, обязанные посещать школу в течение полного учебного дня, разрешается периодически выполнять в течение не более 2–3 часов в день работу, не ока-

зывающую негативное воздействие на здоровье подростка. Рассмотрим работы, которые могут выполнять несовершеннолетние:

- разнощик газет и другой печатной информационной продукции. Сюда же относится работа по раздаче рекламных листовок;

- помощник по хозяйству. Работа может выполняться как в частном домовладении, так и в фермерском хозяйстве. Занятость включает посильную помощь хозяевам в уборке придомовой территории, в саду и огороде, присмотр за детьми и кормление домашних животных;

- помощник на предприятии, занимающимся производством и реализацией сельскохозяйственной продукции. В обязанности может входить сбор урожая, работа на поле, упаковка продукции и т. д.;

- помощник организатора спортивных и физкультурно – оздоровительных мероприятий;

- помощник организатора при проведении религиозных праздников, общественных акций различных союзов, партий и обществ.

В США работодатель, нанявший на работу несовершеннолетнего, обязан выполнять ряд условий, которые не должны нарушать учебную деятельность подростка, а также предоставлять право на отдых и соблюдать режим рабочей смены своего работника.

Право на труд имеют подростки в США. В каждом штате приняты свои законы, регулирующие правила найма несовершеннолетних:

- все работы должны проводиться вне школьных занятий;
- существует максимальная трехчасовая дневная и 18-часовая неделя, когда школа находится в сессии (восемь часов и 40 часов, когда нет в сессии);

- все работы должны выполняться между 7 утра и 7 вечера (или 9 часов вечера в летнее время).

Детям от 14 лет и выше можно работать в розничной торговле; доставлять еду или продукты на дом; заниматься программированием, учить маленьких детей, чистить задние дворы, подстригать кустарники и газоны и выполнять другую садово-дизайнерскую работу; быть заправщиком или менять масло, мыть машины; мыть посуду или разогревать еду в кафе; мыть овощи, фрукты, взвешивать и наклеивать ценники на упаковки, раскладывать продукты на полки в магазинах и многое другое.

Также в законодательстве же США отсутствует требование об обязательном письменном трудовом договоре, поэтому он может быть заключен с использованием одной из трех следующих форм:

- письменный (employment contract),

- устный (oral contract),
- подразумеваемый (implied contract).

Наиболее распространены устная и подразумеваемая форма договора. Обязательная письменная форма трудового договора предусмотрена лишь при найме моряков для работы на больших судах.

Подводя итог, так же хотелось бы выделить критерии различия трудоустройство несовершеннолетних. Основным является возрастной критерий, а именно: по общему правилу в РФ это 16 лет, США, Германия – 15 и 17, в Беларуси – 14 лет.

Изучение опыта зарубежных стран требуется для лучшего понимания законодательства собственной страны, для сравнительно-правового анализа и поиска путей улучшения существующей системы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Батжаргал, Г. Охрана труда в Монголии / Г. Батжаргал, А. Баярмагнай, А. Е. Кондраль // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 6.
2. Где и как работают школьники за границей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://prouchebu.com/kak\\_rabotayut\\_shkolniki\\_zh\\_granitsey](https://prouchebu.com/kak_rabotayut_shkolniki_zh_granitsey). – Дата доступа: 03.02.2022.
3. Канеева, А. Э. Особенности охраны труда женщин / А. Э. Канеева, В. В. Пузевич // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 60–62.
4. Качаноўская, Г.-М. В. Прапаганда аховы працы ў сельскай гаспадарцы / Г.-М. В. Качаноўская, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 63–64.
5. Мондей, Б. Ш. Основные положения законодательства по обеспечению безопасности труда в Федеративной Республике Нигерия / Б. Ш. Мондей, И. Д. Обианйо, А. Е. Кондраль // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 71–73.
6. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
7. Саян, А. С. Правила безопасности при работе студентов в химической лаборатории УО БГСХА / А. С. Саян, Е. Л. Ионас // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 81–83.
8. Трудовое право. Практикум / под ред. В. Л. Гейхмана, И. К. Дмитриевой. – Москва: Юрайт, 2011. – 285 с.
9. Трудовой кодекс Республики Беларусь: «О правах ребенка» (ст. 24), ст. 272.
10. Трудоустройство несовершеннолетних граждан. Сравнительный анализ: Россия, США, Германия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://conf.omua.ru/content/trudoustroystvo-nesovershennoletnih-grazhdan-sravnitelnyy-analiz-rossiya-ssha-germaniya>. – Дата доступа: 23.01.2022.
11. Шалыпина, Е. М. Обеспечение охраны труда женщин в различных странах мира / Е. М. Шалыпина, А. Е. Кондраль // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 112–114.

УДК 614.8.027 (476.4)

НЕВДАХ А. М.

## **ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*Научный руководитель – УЛАХОВИЧ Н. В., магистр эконом. наук*  
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Травматизм является важной социально-экономической проблемой в связи с высокими показателями распространенности и тяжестью его медико-социальных последствий [1–3, 6–8].

**Цель работы** – рассмотреть производственный травматизм в Республике Беларусь.

**Результаты исследования и их обсуждение.** По оценкам Международной организации труда, из-за несчастных случаев, чрезвычайных происшествий, производственных потерь и ущерба, наносимого собственности, теряется более 4 % валового национального продукта [4, 5].

Охрана труда имеет большое социальное и экономическое значение в предотвращении и снижении производственного травматизма. Социальное значение охраны труда состоит в реализации прав человека на жизнь, здоровье, свободно распоряжаться своими способностями по отношению к труду и т. д. Экономическое значение охраны труда заключается в правильном учете результатов труда работника и достойной его оплате, а тем самым и росту производства, экономики; в снижении травматизма работников и уровня профессиональных заболеваний и т.д.

В Республике Беларусь вопросам безопасности труда придается безусловное приоритетное значение. Обеспечение прав и гарантий работников в области охраны труда, создание условий для достойной трудовой деятельности, приносящей удовлетворение гражданину и пользу обществу, является одним из важнейших направлений социальной политики государства.

В 2020 г. в организациях нашей страны в результате несчастных случаев на производстве пострадало 1889 работающих (в 2019 г. – 2042), из них 139 погибло и 638 получили травмы, относящиеся к числу тяжелых (в 2019 году – 141 и 710 соответственно).

Несмотря на то, что в 2020 г. по сравнению с 2019 г. уровень производственного травматизма снизился, в разрезе регионов рост числа гибели работающих на производстве отмечен в Брестской и Минской

областях, а также в г. Минске, на предприятиях которых погибло соответственно 23, 39 и 24 работника (в 2019 г. – 14, 35 и 16 соответственно) [2, 4, 5].

В 2020 г. произошло 47 групповых несчастных случаев, в результате которых пострадало 124 работника, из которых 15 человек погибло и 42 получили тяжелые производственные травмы. При этом в сравнении с 2019 г. число смертельно травмированных снизилось в 1,2 раза, а потерпевших, получивших тяжелые производственные травмы, возросло в 1,4 раза.

По результатам анализа производственного травматизма в Республике Беларусь установлено, что наиболее травмоопасными профессиями в 2019 г., как и в 2018 г., явились водитель автомобиля (185 пострадавших), слесарь-ремонтник (142 пострадавших) и тракторист-машинист сельскохозяйственного производства (92 пострадавших).

**Заключение.** Для снижения уровня травматизма и профессиональных заболеваний необходимо проводить технические, организационные, лечебно-профилактические мероприятия, введение системы ответственности за нарушение законодательства об охране труда, нормативно-правовое регулирование вопросов охраны труда.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ващенко, А. В. Причины травматизма на производстве / А. В. Ващенко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 15–16.
2. Кудрявцев, А. Н. Анализ травматизма на производстве в Республике Беларусь / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2020. – № 3. – С. 188–193.
3. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
4. Производственный травматизм [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://git.gov.by/ru/article/proizvodstvennyj-travmatizm-v-2020-godul>. – Дата допуска: 23.12.2021.
5. Производственный травматизм в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://otb.by/news/4377-travmatizm-v-belarus-2019>. – Дата допуска: 23.12.2021.
6. Травматизм на производстве: состояние и мероприятия по снижению / А. Н. Кудрявцев [и др.] // Основные направления кардинального роста эффективности АПК в условиях цифровизации. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2019. – С. 344–348.
7. Улаховіч, Н. У. Прычыны вытворчага траўматызму ў Рэспубліцы Беларусь / Н. У. Улаховіч, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 90–92.
8. Улаховіч, Н. У. Траўматызм на вытворчасці: размеркаванне па ўзросту і працоўнаму стажу / Н. У. Улаховіч, В. М. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 158–159.



УДК 331.46

СЕРГЕЕВ Д. С., КОВАЛЕВ В. С.

## **АНАЛИЗ ТРАВМАТИЗМА НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

*Научный руководитель – ПУЗЕВИЧ В. В., ассистент*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

Изучение и решение проблем, связанных с обеспечением здоровых и безопасных условий, в которых протекает труд человека – одна из наиболее важных задач в разработке новых технологий и систем производства. Изучение и выявление возможных причин производственных несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий, взрывов, пожаров, и разработка мероприятий и требований, направленных на устранение этих причин позволяют создать безопасные и благоприятные условия для труда человека.

Как показывает статистика Министерства труда и соцзащиты Республики Беларусь, больше всего людей гибнет в промышленности, строительстве и сельском хозяйстве – на эти отрасли приходится три четверти всех умерших из-за несчастных случаев на производстве. Однако если судить по частоте смертельных травм, то промышленность в этом ряду в плане безопасности выглядит не так плохо. Наиболее неблагоприятная ситуация наблюдается в лесном хозяйстве, строительстве, сельском хозяйстве [1, 4–13].

Особенность сельскохозяйственного производства является: разбросанность рабочих мест, отдаленность их от медицинских учреждений (более половины травм происходит вне населенных пунктов) все это определенным образом влияет на решение вопросов профилактики травматизма, организации и обеспечения пострадавших необходимой помощью [2, 3].

Несмотря на принимаемые меры по обеспечению здоровых и безопасных условий труда в организациях агропромышленного комплекса республики продолжают иметь место несчастные случаи на производстве в период массовых сельскохозяйственных работ.

10 августа 2020 г. в СПФ «Новые Зеленки» ОАО «Минский молочный завод №1» Червенского района Минской области при уборке зерновых тракторист-машинист остановил зерноуборочный комбайн, при этом не до конца выключил наклонную камеру и начал откручивать планки транспортера. В это время наклонная камера самопроизвольно включилась, вследствие чего тракторист был затянут в наклонную ка-

меру, и получил травмы, не совместимые с жизнью. Причина – нарушение потерпевшим требований инструкции по охране труда, предусматривающей отключение двигателя комбайна при любых проводимых на комбайне регулировках, устранении неисправностей оборудования, механизмов.

5 июля 2020 г. в ОАО «Чериковрайагропромтехснаб» Чериковского района Могилевской области тракторист-машинист на территории зернотока «Зори» при выполнении работ по обслуживанию самоходного комбайна, находясь на площадке для обслуживания двигателя, расположенной на крыше комбайна на высоте 4 м от земли, не удержался и упал на асфальтовое покрытие, получив тяжелые травмы (открытые переломы обеих костей правого и левого предплечья). Причина – нарушение инструкции по охране труда (при работе на высоте потерпевший не использовал средства подмащивания, обеспечивающие безопасные условия труда);

22 июля 2020 г. в ОАО «Пружанскийрайагросервис» Пружанского района Брестской области на КЗС-10 при выгрузке ячменя в бункер во время подъема кузова автомобиля ГАЗ-САЗ-3507-22 на эстакаде произошло опрокидывание автомобиля. При наклоне автомобиля водитель выпрыгнул из кабины, и от удара о землю получил тяжелую черепно-мозговую травму. Причина – непредвиденное выпадение левого заднего фиксатора (пальца) из сопряжения петель опоры платформы и рамы, приведшее к опрокидыванию автомобиля-самосвала при поднятии кузова (грузовой платформы).

30 июля 2020 г. в СУП «Полесье-Агроинвест» Петриковского района Гомельской области при разравнивании лопатой зерна в прицепе, двигаясь от заднего борта к переднему, левая нога водителя автомобиля МАЗ 551605-275 завязла в зерне, в результате чего он потерял равновесие, и упал на асфальтированную площадку. Причина – нарушение потерпевшим требований инструкций по охране труда.

Проведенный анализ причин показал, что в большинстве несчастных случаев травмирование потерпевших обусловлено исключительно несоблюдением ими требований локальных правовых актов по охране труда, трудовой и производственной дисциплины. Зачастую это касается и опытных работников, которые считают, что они профессионалы своего дела, и начинают пренебрегать требованиями безопасности.

Для уменьшения случаев травматизма необходимо:

1. Своевременно проводить вводные, первичные, повторные, внеплановые и целевые инструктажи по охране труда.

2. Производить периодическую аттестацию работников на знание охраны труда.

3. Осуществлять проверку оборудования на соответствие техническим нормам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко, А. С. Анализ основных причин производственного травматизма в организациях Могилевской области / А. С. Алексеенко, В. Н. Босак, М. В. Цайц // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2019. – Вып. 4. – С. 115–118.

2. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 217 с.

3. Босак, В. Н. Требования охраны труда в различных отраслях АПК / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль Т. В. Сачивко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 9–12.

4. Булина, Ю. В. Анализ производственного травматизма в Горецком районе / Ю. В. Булина, А. А. Алехнович, Е. Л. Ионас // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 27–29.

5. Ващенко, А. В. Причины травматизма на производстве / А. В. Ващенко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 15–16.

6. Кудрявцев, А. Н. Анализ травматизма на производстве в Республике Беларусь / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2020. – № 3. – С. 188–193.

7. Малашенко, А. Ю. Анализ гибели и травмирования людей в результате дорожно-транспортных происшествий с участием сельскохозяйственной техники / А. Ю. Малашенко, М. В. Цайц // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 51–52.

8. Парфенюк, И. А. Факторы риска в лесохозяйственной промышленности / И. А. Парфенюк, В. В. Демидчик, В. В. Пузевич // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 82–83.

9. Травматизм на производстве: состояние и мероприятия по снижению / А. Н. Кудрявцев [и др.]. // Основные направления кардинального роста эффективности АПК в условиях цифровизации. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2019. – С. 344–348.

10. Трухановец, С. В. Пути снижения травматизма на производстве при эксплуатации машин и оборудования в АПК / С. В. Трухановец, А. Е. Кондраль // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 87–89.

11. Улаховіч, Н. У. Прычыны вытворчага траўматызму ў Рэспубліцы Беларусь / Н. У. Улаховіч, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 90–92.

12. Улаховіч, Н. У. Траўматызм на вытворчасці: размеркаванне па ўзросту і працоўнаму стажу / Н. У. Улаховіч, В. М. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 158–159.

13. Шавилов, А. В. Предотвращение травматизма на производстве работников, занятых обслуживанием, ремонтом и эксплуатацией машин и оборудования / А. В. Шавилов, Д. И. Пантелеев, А. Е. Кондраль // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 109–111.

УДК 331.45

СМОЛЯК В. С.

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ**

*Научный руководитель – УЛАХОВИЧ Н. В., магистр эконом. наук*  
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

**Введение.** Погрузочно-разгрузочные работы относятся к числу работ с повышенной опасностью, что требует тщательного соблюдения требований охраны труда при их выполнении [1–3, 6].

**Цель работы** – проанализировать мероприятия по безопасному проведению погрузочно-разгрузочных работ.

**Основная часть.** Погрузочно-разгрузочные работы заметно модернизировались из-за широкого применения современных машин и механизмов. Однако процент травматизма остается достаточно высоким. От уровня организации погрузочно-разгрузочных работ зависит не только их производительность, но и безопасность. Нарушения приводят к случаям производственного травматизма с тяжелыми последствиями. По данным Департамента государственной инспекции труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, порядка 7 % от общего числа потерпевших в результате несчастных случаев с тяжелыми последствиями получили травмы при выполнении погрузочно-разгрузочных работ. Обстоятельства и причины несчастных случаев свидетельствуют об отсутствии должного внимания соблюдению технологии производства погрузочно-разгрузочных работ [4].

Выбор способов проведения погрузочно-разгрузочных работ должен предусматривать предотвращение или снижение до уровня допустимых норм воздействия на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов путем:

- механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ;
- применения подъемно-транспортного оборудования, средств механизации, приспособлений для грузоподъемных операций, отвечающих требованиям безопасности;
- применения знаковой и других видов сигнализации при перемещении грузов подъемно-транспортным оборудованием, средствами механизации;

– правильного размещения и укладки грузов в местах проведения погрузочно-разгрузочных работ и в транспортные средства;

– соблюдения требований к охраняемым зонам электропередачи, узлам инженерных коммуникаций и энергоснабжения.

Поднятие и перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе необходимо производить с помощью погрузочно-разгрузочного оборудования. Кроме того, перемещение грузов в технологическом процессе на расстояние более 25 м должно быть механизированным [5].

**Заключение.** Анализ видов происшествий, повлекших несчастные случаи на производстве при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, в том числе с использованием средств механизации, указывает, что со стороны работодателей и работников не всегда соблюдаются требования охраны труда, регламентируемые нормативными правовыми актами и локальными нормативными правовыми актами по охране труда.

Со стороны работодателей должен обеспечиваться эффективный контроль за применением работниками безопасных приемов в работе, выполнением требований, изложенных в правилах и инструкциях по охране труда.

В целях профилактики и недопущения в дальнейшем травматизма работающих при выполнении погрузочно-разгрузочных работ необходимо строгое соблюдение требований охраны труда и правил выполнения всех технологических процессов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.

2. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 217 с.

3. Босак, В. Н. Требования охраны труда в различных отраслях АПК / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль Т. В. Сачивко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 9–12.

4. О несчастных случаях (погрузочно-разгрузочные работы) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://otb.by/news/3861-o-neschastnykh-sluchaiakh-pogruzочно-razgruzochnye-raboty>. – Дата доступа: 26.12.2021.

5. Охрана труда при проведении погрузочно-разгрузочных работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gdgome1.by/285-okhrana-truda-pri-provedenii-pogruzочно-razgruzochnykh-rabot.html>. – Дата допуска: 26.12.2021.

6. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Сельскохозяйственные машины: расчет, проектирование и производство

<i>Булаткин А. Д., Цайц М. В.</i> Обоснование необходимости повышения функционала использования очесывающего аппарата льноуборочного комбайна .....	3
<i>Лукьянцев А. В., Пузевич В. В.</i> Комбинированная машина для посева с мульчированием пленкой SPAPPERI SMP .....	6
<i>Скорород Д. А., Булаткин А. Д., Цайц М. В.</i> Разработка устройства для повышения эффективности использования очесывающего модуля льноуборочного комбайна .....	8
<i>Шевчик А. В., Булаткин А. Д., Цайц М. В.</i> Определение параметров подачи ленты льна в зону очеса льноуборочного комбайна .....	12

### Механизация животноводства и электрификация сельскохозяйственного производства

<i>Веремьев И. В., Мачёхин К. А.</i> Ресурсосберегающие технологии в животноводстве .....	15
<i>Воронович Г. Н., Мелехов А. В.</i> Совершенствование технического сервиса в АПК .....	18
<i>Калибаба Е. Ю., Крупенин П. Ю.</i> Совершенствование конструкции индивидуальной автопоилки АП-1А .....	25
<i>Корека Е. С., Кулик А. М.</i> Расширение функциональных возможностей раздатчика-выдувателя соломы РВС-2500 .....	28
<i>Острейко А. А., Пузевич К. Л.</i> Получение биогаза из смесей сырья животного и растительного происхождения .....	31
<i>Самуйлик П. Ю., Пузевич К. Л.</i> Осмотическая электростанция .....	35
<i>Фадеев Г. В., Симченков А. С.</i> Системы охлаждения молока .....	38
<i>Черников В. С., Нащинцев А. И.</i> Модернизация вакуумных водокольцевых насосов доильных установок .....	43
<i>Черников В. С., Козлов С. И.</i> Основные понятия и определения в области прогнозирования остаточного ресурса машин и оборудования в животноводстве .....	47
<i>Шалухо А. Д., Крупенин Ю. А.</i> Расширение функциональных возможностей скреперной установки ТСГ-250 .....	52

### Технический сервис в АПК

<i>Веко В. С., Кесарев А. В.</i> Анализ методов технического диагностирования дизельных двигателей .....	55
<i>Гузаревиц С. Н., Коцуба В. И.</i> Методика проведения лабораторных испытаний на абразивное изнашивание полимерных материалов .....	58
<i>Гузаревиц С. Н., Коцуба В. И.</i> Применение полимерных материалов при ремонте машин .....	61
<i>Демьянович И. Ю., Коцуба В. И.</i> Методика определения зависимости вертикальной составляющей силы резания от режима точения .....	64
<i>Демьянович И. Ю., Коцуба В. И.</i> Результаты эксперимента по определению сил резания и расчета параметров борштанги .....	68

## **Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве**

<i>Зайцева Е. С., Цайц М. В.</i> Перспективы совершенствования подготовки населения в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций в современных условиях .....	72
<i>Ковтун Р. В., Босак В. Н.</i> Требования охраны труда при заготовке сена .....	75
<i>Кураленко А. Ю., Кондраль А. Е.</i> Международный опыт обеспечения охраны труда в строительном производстве .....	78
<i>Максименко Д. А., Картавенко Ю. В., Пузевич В. В.</i> Боевая одежда пожарных Беларуси и России .....	81
<i>Морозов А. А., Пузевич В. В.</i> Трудоустройство и охрана труда несовершеннолетних .....	83
<i>Невдах А. М., Улахович Н. В.</i> Производственный травматизм в Республике Беларусь .....	86
<i>Сергеев Д. С., Ковалев В. С., Пузевич В. В.</i> Анализ травматизма на производстве .....	88
<i>Смоляк В. С., Улахович Н. В.</i> Безопасность проведения погрузочно-разгрузочных работ .....	91

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Материалы республиканской научной конференции  
студентов и магистрантов

(Горки, 24–25 марта 2022 г.)

*Ответственный за выпуск А. Е. Кондраль*

*Материалы изложены в авторской редакции*

Подписано в печать 25.10.2022. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Цифровая. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 5,48. Уч.-изд. л. 4,95.  
Тираж 20 экз.

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.