

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ «ОПЕРАТОР-МАШИНА-СРЕДА» В АГРОПРОИЗВОДСТВЕ

Л.В. Мисун, докт. техн. наук, профессор (БГАТУ); В.В. Азаренко, докт. техн. наук, доцент (НАН Беларуси); В.А. Агейчик, канд. техн. наук, доцент, А.Н. Гурина, аспирантка, Ал-й Л. Мисун, Ал-р Л. Мисун, студенты (БГАТУ)

Аннотация

Сделан анализ состояния и причинно-следственной связи травматизма на объектах агропромышленного комплекса Республики Беларусь. Предложены инженерно-технические решения для повышения эффективности и безопасности функционирования системы «оператор-машина-среда».

An analysis of state and causation of injury on the objects of agriculture in Belarus is made. Engineering solutions to improve the effectiveness and safety of the system "operator-machine-environment" are proposed.

Введение

Общеизвестно, что абсолютно безопасных производств не существует, всегда присутствует определенный риск травмирования. Следовательно, там, где есть опасные производственные факторы и нарушения правил безопасности труда, всегда присутствует вероятность несчастного случая. Чем более опасными являются условия труда, тем больше риск травмирования. Снижение производственного травматизма зависит от надежности безопасности функционирования технологической системы «оператор-машина-среда» («О-М-С»), профессиональной подготовки операторов мобильной сельскохозяйственной техники и должно базироваться на организационно-технических трудовоохранных мероприятиях.

Для решения этих задач каждый специалист обязан знать не только круг реальных производственных опасностей, но и средства защиты от них. Ему необходимы также знания в области анатомофизиологических свойств человека и его реакций на воздействие негативных факторов; комплексного представления об источниках опасностей, травмирующих и вредных производственных факторах, методах качественного и количественного анализа опасностей. Все это позволяет сформулировать общую стратегию и принципы обеспечения безопасности жизнедеятельности, разработать и применять технические средства защиты работников в штатных и чрезвычайных ситуациях.

Основная часть

Проведенный анализ статистических данных Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Министерства труда и социальной защиты, литературных источников позволил выявить причинно-следственную связь производственного травматизма в агропромышленном комплексе Республики Беларусь.

Полученные результаты показали, что наиболее травмоопасной отраслью сельскохозяйственного производства является растениеводство (плюс переработ-

ка сельскохозяйственной продукции). На их долю приходится почти 25% от всех несчастных случаев в АПК с тяжелым исходом и около 30% – со смертельным.

Основными факторами производственного травматизма, как со смертельным, так и с тяжелым исходом, является «воздействие движущихся и вращающихся элементов конструкций технического средства», что составляет от всех видов происшествий, соответственно, с тяжелым исходом – 40,6 % и 27,0 % – со смертельным (рис. 1).

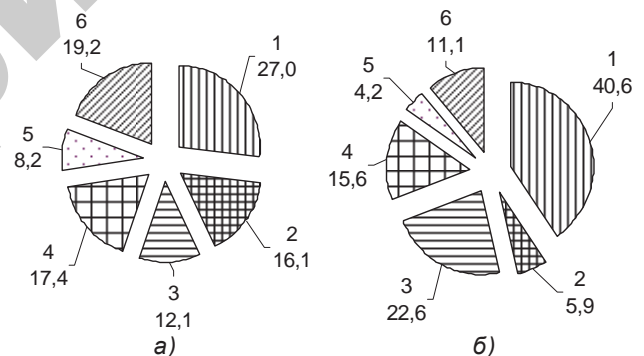


Рисунок 1. Распределение несчастных случаев (%) по видам происшествий в АПК Республики Беларусь: а – со смертельным исходом; б – с тяжелым исходом; 1 – воздействие движущихся и вращающихся предметов; 2 – дорожно-транспортные происшествия; 3 – падение потерпевшего с высоты; во время передвижения; в ямы, колодцы, траншеи и т.д.; 4 – падение, обрушение предметов, материала, земли и т.д.; 5 – поражение электрическим током; 6 – воздействие экстремальных температур (пожары); 7 – повреждение в результате контакта с представителями флоры и фауны (животными, птицами, насекомыми, ядовитыми растениями); 8 – стихийные бедствия; 9 – прочие.

Также установлено, что наибольшее число пострадавших, как с тяжелым, так и со смертельным исходом, относится к таким профессиям, как тракторист-машинист, механизатор, комбайнер, или, в об-

щем, к «оператору мобильной сельскохозяйственной техники». 23,3 % от всех несчастных случаев в АПК с тяжелым исходом приходится на «оператора мобильной сельскохозяйственной техники» (рис. 2).

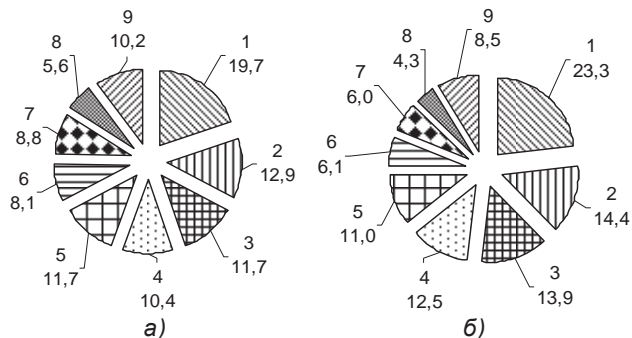


Рисунок 2. Распределение несчастных случаев (%) по профессиям пострадавших в АПК Республики Беларусь: а – со смертельным исходом; б – с тяжелым исходом;

1 – трактористы-машинисты, механизаторы, комбайнеры; 2 – рабочие полеводы, агрономы, операторы ЗСК; 3 – доярки, скотники, пастухи, зоотехники, животноводы; 4 – маляры, каменщики, строители, бетонщики; 5 – слесари, газосварщики, станочники, токари, плотники, столяры; 6 – водители; 7 – сторожа, грузчики, кочегары; 8 – инженеры, электрики; 9 – прочие (бухгалтеры, кассиры, кладовщики и др.).

Основными причинами несчастных случаев в АПК с тяжелыми последствиями являются: невыполнение руководителями и специалистами обязанностей по охране труда (27,5 %); нарушение пострадавшим трудовой и производственной дисциплины, инструкций по охране труда (15,2 %); недостатки в обучении и инструктировании пострадавшего по охране труда (13,2 %); алкогольное опьянение пострадавшего (10,9 %); эксплуатация неисправных, несоответствующих требованиям безопасности машин и механизмов, оборудования, оснастки, инструмента (6,3 %).

Таким образом, наиболее травмоопасная отрасль сельскохозяйственного производства – растениеводство (плюс переработка сельскохозяйственной продукции), основным фактором сложившейся ситуации является воздействие движущихся и вращающихся элементов конструкций технических средств, и при этом наибольшее количество несчастных случаев приходится на операторов мобильной сельскохозяйственной техники. То есть, одна из основных причин травматизма связана с организацией безопасной эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ), рассматриваемой во взаимодействии «оператор-машина-среда» («О-М-С»), а в качестве метода исследований целесообразно использовать «эргономический», основанный на комплексном изучении системы «О-М-С», с учетом антропометрических данных оператора МСХТ.

В результате проведенных исследований установлены основные факторы, влияющие на безопасность функционирования системы «О-М-С». Это – профессиональные особенности оператора МСХТ (профессио-

нальная пригодность, квалификация, антропометрические параметры и социально-личностные особенности), эксплуатационная надежность МСХТ, а также производственная и окружающая среда (микроклимат, акустический, вибрационный фон и запыленность воздуха в кабине МСХТ; пашня, стерня, грунты и т.д.). Также определены возможные последствия для системы «О-М-С» от воздействия опасных и вредных факторов производственной среды. Для МСХТ – это опрокидывание, потеря управляемости, буксование, увеличение тормозного пути; на оператора МСХТ – ухудшение термокомфортности, повышение утомляемости, снижение работоспособности, внимания, времени реакции.

В результате проведенных теоретических исследований, получено выражение для определения вероятности безопасного функционирования «человеко-машинной системы» ($P_{чм}$) с учетом эксплуатационной надежности технического средства:

$$P_{чм} = 1 - P_{отк}, \quad (1)$$

где $P_{отк} = \frac{K}{1000} \cdot \chi$ – вероятность отказа «человеко-машинной системы» («Ч-М-С»);

$K\chi$ – интегральный показатель опасности функционирования «человеко-машинной системы» (отражает, с одной стороны, уровень профессиональной подготовки оператора МСХТ, организацию его труда, с другой – уровень эксплуатационной надежности технического средства, характеризующийся плотностью потока отказов ρ).

Следует отметить, что вероятность отказа ($P_{отк}$) функционирования «Ч-М-С», при независимом виде связи между ее элементами, определяется по формуле:

$$P_{отк} = P_{оп} \cdot P_{м}; \quad (2)$$

– при зависимом виде связи элементов «Ч-М-С»:

$$P_{отк} = P_{оп} + P_{м} - P_{оп} \cdot P_{м}, \quad (3)$$

где $P_{м}$ – вероятность отказа технического средства;

$P_{оп}$ – вероятность опасного действия оператора МСХТ;

$$P_{оп} = 1 - P_{п}, \quad (4)$$

где $P_{п}$ – вероятность безопасной (надежной) работы оператора МСХТ

$$P_{п} = P_{пр} \cdot \prod_{i=1}^n P_i, \quad (5)$$

где $P_{пр}$ – вероятность принятия оператором МСХТ правильного решения

$$P_{пр} \geq \frac{P_{п}}{\prod_{i=1}^n P_i}, \quad (6)$$

где P_i – вероятность безотказной работы в течение рабочего времени суток i -го узла (элемента) технического средства.

Проведенными исследованиями также установлены и профессионально значимые качества оператора МСХТ, подобраны методики для оценки у него психофизиологических и личностных качеств.

Наряду с вышеизложенными организационными мероприятиями для повышения безопасности функционирования системы «О-М-С», авторами предлагаются инженерно-технические решения, направленные на снижение запыленности в кабине трактора, повышение ее герметичности, звукоизоляционных свойств, шумовой защиты и нормализации теплового режима; улучшение условий труда оператора МСХТ при низких температурах в осенне-зимний период [1]. Кроме этого, для повышения эффективности виброизоляции, увеличения возможности противодействия резонансным явлениям рассматривается конструкция сиденья МСХТ (рис. 3), содержащая механизм стаби-

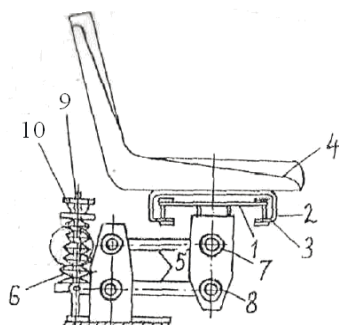


Рисунок 3. Сиденье мобильного технического средства [2]:

- 1 – механизм стабилизации крена; 2 – каретка; 3 – трос; 4 – подушка; 5 – параллелограммный механизм; 6 – упругий элемент; 7 – горизонтальная ось; 8 – опора качения; 9 – регулировочный винт; 10 – прижимная гайка.

лизации крена, состоящий из кареток и тросов, на которых крепится подушка сиденья.

Вертикальные вибрации, передаваемые на сиденье оператора, гасятся упругим элементом, а горизонтальные – тросовыми элементами в механизме стабилизации крена. Демпфирование колебаний в системе осуществляется за счет упругих деформаций и внутреннего трения резиновых колец вследствие увеличения горизонтальных размеров тарельчатых пружин. Жесткость упругого элемента изменяется в зависимости от веса оператора с помощью регулировочного винта и прижимной гайки.

Для исключения травмоопасной ситуации при перевозке грузов транспортным средством с самосвальной платформой (рис. 4) предлагается следующее техническое решение. Когда оператор транспортного средства находится в кабине на сиденье и своим весом замыкает контакт, электромагнит включается в дополнительную цепь электропитания, а колодки колодочного тормоза разомкнуты и не взаимодействуют с тормозным шкивом колодочного тормоза. В таком случае, при подъеме или опускании грузовой платформы, рейка перемещается вверх или вниз по направляющей, вращая зубчатое колесо вместе с валом и не мешая подъему-опусканию грузовой

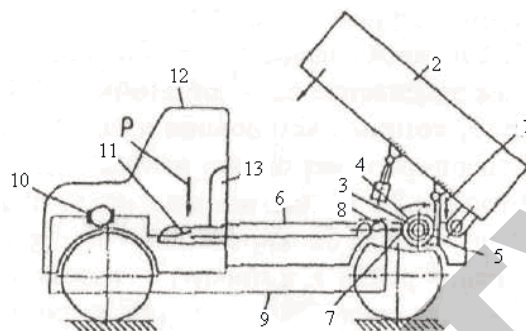


Рисунок 4. Транспортное средство с самосвальной платформой [3]:

- 1 – рейка; 2 – грузовая платформа; 3 – направляющая; 4 – зубчатое колесо; 5 – вал; 6 – рама; 7 – колодки тормоза; 8 – электромагнит; 9 – цепь электропитания; 10 – источник тока; 11 – замыкающий контакт; 12 – кабина; 13 – сиденье оператора.

платформы. В том случае, когда оператор не находится в кабине и замыкающий контакт разомкнут, размыкается и дополнительная цепь электропитания. Электромагнит оказывается обесточенным, колодки тормоза прижаты к тормозному шкиву, исключая его вращение во время опускания платформы. Таким образом, тормозной шкив, поворотный вал и венцы зубчатого колеса не могут вращаться, а рейка не имеет возможности перемещаться по направляющей, благодаря зацеплению с венцом зубчатого колеса. При этом грузовая платформа опирается на рейку и фиксируется неподвижно, исключая возможность травмирования, если оператор находится даже в опасной зоне при обслуживании транспортного средства.

Кроме опрокидывания, травматическая ситуация в опасной зоне машинно-тракторного агрегата может сопровождаться «наматыванием» рабочей одежды при травмировании карданным валом. Для устранения подобных случаев травматизма предлагается предохранительное устройство для карданной передачи (рис. 5). Использование предлагаемого предохранительного устройства обеспечивает безопасные условия эксплуатации технических средств, так как при снятии или отсутствии защитного кожуха карданного вала прекращается передача вращательного движения.

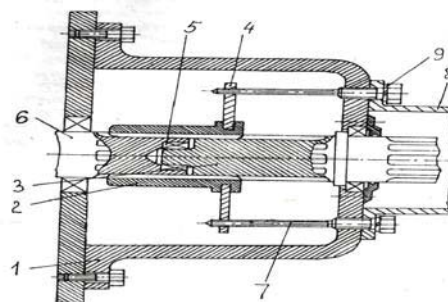


Рисунок 5. Предохранительное устройство для карданного вала МСХТ [4]:

- 1 – корпус; 2 – шлицевая втулка; 3 – вал; 4 – вилка; 5 – подшипник; 6 – шлицевой вал; 7 – болт; 8 – защитный кожух; 9 – шайба.

Заключение

Приведенные теоретические зависимости (1) ... (6) позволяют спрогнозировать функциональное состояние системы «оператор–машина–среда» с учетом уровня профессиональной подготовки оператора мобильной сельскохозяйственной техники, организации его труда, показателя эксплуатационной надежности технического средства.

Предложенные конструкции предохранительных устройств позволяют исключить травмоопасную ситуацию при перевозке грузов транспортным средством с самосвальной платформой, а также защитить от травмирования карданным валом.

Полученные результаты исследований заслушаны и одобрены на заседании (08.12.2011г.) секции аграрного образования, науки и кадров научно-технического совета Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агейчик, В.А. Улучшение условий и повышение безопасности труда операторов мобильной сельскохо-

зяйственной техники / В.А. Агейчик, Ал-р Л. Мисун, Ал-й Л. Мисун // Агрорпанорама, №1. – 2011. – С. 44-48.

2. Вибрационная система сиденья: пат. 7727 Респ. Беларусь, МПК В60N 2/54 (2006.01) / Л.В. Мисун, А.Л. Мисун, В.А. Агейчик, А.В. Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграрн. технич. ун-т. – № у 20110292; заявл. 14.04.2011, опубл. 30.08.2011//Афіцыйны бюл./ Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці.

3. Устройство для блокирования самосвальной платформы транспортного типа: пат. № 6992 Респ. Беларусь, МПК (2009) В 60P1/04 / Л.В. Мисун, А.Л. Мисун, А.В. Агейчик, В.А. Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграрн. технич. ун-т. – № у 20100583; заявл. 25.06.2010; опубл. 28.02.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 1. – С. 186.

4. Предохранительное устройство для карданного вала: пат. 6532 Респ. Беларусь, МПК (2009) F 16P 1/02 / Л.В. Мисун, А.Л. Мисун, В.А. Агейчик, А.В. Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграрн. технич. ун-т. – №20100113; заявл. 08.02.2010, опубл. 30.08.2010. // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 4. – С. 220.

УДК 631.1:33

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 6.02.2012

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РЫНКОВ ОВОЩНОГО И ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ ПРЕДПРИЯТИЙ КОНСЕРВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

С.Л. Белявская, аспирантка (БГАТУ)

Аннотация

Проанализирован уровень обеспеченности предприятий по переработке плодов и овощей в республике овощным и плодово-ягодным сырьем. Представлена методика оценки рынка овощного и плодово-ягодного сырья для перерабатывающих предприятий республики, дается анализ плодовоовощного рынка сырья.

The level of security of enterprises for the processing of fruit and vegetables and fruit-berry raw materials in the republic is analyzed. The method of estimating the market of vegetable and fruit-berry raw material for processing enterprises of the republic is presented; the analysis of the fruit and vegetable markets of raw materials is given.

Введение

Приоритетными направлениями устойчивого развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь являются повышение уровня продовольственной безопасности, наращивание экспорта и ориентация производства на достижение сбалансированности продуктовых рынков по спросу и предложению, что позволит обеспечить достаточный уровень высококачественного и сбалансированного питания населения, а также проводить активную политику на мировом рынке продовольствия [1].

Выпуск конкурентоспособной продукции перерабатывающими предприятиями непосредственно зависит от сырьевой базы предприятия, наличия плодовоовощного сырья в требуемом объеме и ассортимента. Для адекватного анализа рынка плодовоовощного

сырья необходимо проводить всестороннее изучение всех влияющих факторов, оценивая их значимость для предприятия и отрасли. Отправной точкой для подобного обзора может служить методика оценки рынка овощного и плодово-ягодного сырья для перерабатывающих предприятий республики.

Основная часть

Анализ производства овощной и плодово-ягодной продукции

Основным сырьем для организаций, осуществляющих производство плодовоовощных консервов, являются овощи, плоды и ягоды, выращиваемые сельскохозяйственными организациями, а также закупаемые у лесхозов и населения, организаций потребительской кооперации.