

УДК 631.171
ББК 40.71

Друкується за рішенням вченої ради Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка від 29.03.2017 р., протокол № 8.

В збірник включені наукові праці Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, провідних вищих навчальних закладів, науково-дослідних інститутів і підприємств, в яких відображені результати теоретичних і експериментальних досліджень.

Редакційна колегія:

Доцент, к. т. н. **Нанка О. В.** (відповідальний редактор); професор, д. т. н. **Власовець В. М.**; доцент, д. т. н. **Шуляк М. Л.** (відповідальний секретар); професор, д. т. н. **Мельник В. І.**; професор, д. т. н. **Пастухов В. І.**; член-кореспондент НААНУ, професор **Мазоренко Д. І.**; член-кореспондент НААНУ, професор **Пузік В. К.**; професор, д. т. н. **Лебедєв А. Т.**; професор, д. т. н. **Артьомов М. П.**; професор, д. т. н. **Войтов В. А.**; професор, д. т. н. **Завгородній О. І.**; доцент, к. т. н. **Антощенков Р. В.**; доцент, к. т. н. **Харченко С. О.**; доцент, к. т. н. **Лук'яненко В. М.**; професор, к. т. н. **Бакум М. В.**; доцент, к. т. н. **Кірієнко М. М.**

Технічний секретар: **Шуляк М. Л.**

Відповідальний за випуск **Власовець В. М.**

Наукове фахове видання
Вісник Харківського національного технічного університету сільського
господарства імені Петра Василенка
Випуск 190

«Механізація сільськогосподарського виробництва»

ISBN 5-7987-0176 X

© Харківський національний технічний
університет сільського господарства
імені Петра Василенка, 2018 р.

Аннотация

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕГО ЦИКЛА МАЛОГАБАРИТНОГО ШНЕКОВОГО МАСЛИЧНОГО ПРЕССА

Паславский В. Р.

Учитывая конструктивные особенности малогабаритных шнековых прессов, предложена методика расчета давления в зоне отделения масла и в каналах запорной части. Это позволяет теоретически обосновать геометрические параметры и режимы работы шнекового пресса, которые устраняют возможность закупоривания жмыха в запорной части, или ее выхода со значительным содержанием масла.

Abstract

THEORETICAL STUDIES OF THE WORKING CYCLE OF SMALL-SIZED SCREW OIL PRESS

Paslavsky V. R.

The author used the design features of small-sized screw presses. He proposed a method for calculating the pressure in the separation zone of oil and in the channels of the locking part. This enables to theoretically substantiate the geometrical parameters and operating modes of the screw press. This does not allow clogging the cake in the locking part, or leave it with a significant amount of oil.

УДК 614.82

ЗАПОБІГАННЯ РИЗИКАМ ПРОМИСЛОВОЇ РОБОТИЗАЦІЇ

**Цимбал Б. М., к.т.н., ст. викл., Артем'єв С. Р., к.т.н., доц.,
Малько О. Д., к.в.н., доц.**

Національний університет цивільного захисту

Войтов В. А., д.т.н., проф., Антощенко Р. В., к.т.н., доц.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

В роботі наведено аналіз ризиків, шкідливих та небезпечних факторів, які зумовлені сучасною роботизацією промисловості. Було встановлено, що роботи «класики» під час їх експлуатаційної фази, працюють без присутності персоналу, що дає йому можливість працювати в безпеці від ризиків, але не можливо повністю обмежити неприйнятну присутність людини, бо ця присутність необхідна в будь-якому випадку під час монтажу, налагодженні, навчанні та технічному обслуговуванні. Були запропоновані заходи для зменшення ризику промислової роботизації.

Постановка проблеми. Поширення промислових роботів та їх швидка адаптація до великої кількості виробничих або логістичних завдань, які створюють ризики безпеки для працівників: це ще є більш вираженим, коли у разі використання нових роботів, які мають з операторами спільну частку робочого простору на якій роботи виконують роботу з операторами. Небезпека може виникнути під час використання робота, а також під час його обслуговуванні або його коригуванні: високі механічні ризики зіткнення з користувачем, зокрема через високу швидкість виконання, відсутність або складність очікування певних рухів рухомих частин, сили впливу і т. п., психологічні ризики, пов'язані з взаємодією між людиною та машиною (відчуття залежності, втрата автономії та ідентичності, надлишок психічного навантаження і т. п.). Безпека людей у робототехнічних рішеннях полягає в апаратних засобах захисту та сигналізації та фізичних бар'єрах для "традиційних" промислових роботів, проте безпека оператора створює нові проблеми для спільних роботів, для яких реалізація "нематеріальних" рішень безпеки в просторі, який не є ні розмеженим, ні захищеним, з програмними технологіями для виявлення та / або виявлення зіткнень на основі датчиків контактів та зусиль. Технічні стандарти, що стосуються промислової робототехніки, визначають відносини між людиною та машиною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відповідно до Правил створення та використання роботів і штучного інтелекту [1]: створення, впровадження та використання роботів повинно здійснюватися при умові максимального забезпечення безпеки людини, суспільства та держави, а також нездійснення шкоди людині, живим істотам та всьому навколишньому середовищу.

Для встановлення співпраці людина-машина, зокрема з точки зору безпеки оператора, є стандарт [2, 3], який визначає вимоги безпеки, ергономіки, виконання «роботів для промислових середовищ». Перша частина [2] цього стандарту регламентує вимоги безпеки та рекомендацій дизайнерів – роботів, а друга [3] стосується безпеки при інтеграції та використанні робототехнічних систем.

Авторами роботи [4] було встановлено, що для безпеки використання промислових роботів необхідно застосовувати різні сенсорні системи, систему технічного зору. Засоби захисту повинні створюватися, виходячи з обліку різного характеру діяльності персоналу, що працює з промисловими роботами та високою експлуатаційною надійністю таких засобів, при цьому витрати на їх реалізацію не є економічно виправданими.

В роботі [5], було встановлено, що впровадження спільних роботів на робочому місці 21 століття створює три різних типи робітників: [6] працівники людини; [7] працівники роботів; та [8] працівники-симбіотів, тобто працівники людини, оснащені робототехнічними пристроями, що підвищують продуктивність, такі як роботові протези та екзоскелетони. Зростаюча складність, яка виникає в 21 столітті стосовно традиційної концепції безпеки та гігієни праці працівника, вимагає від працівників безпеки та охорони праці розширити традиційний обсяг управління ризиками. Подібно до іншої нової технології, нанотехнологій, будь-яке обговорення виникаючої сфери професійної робототехніки повинно включати обговорення методів, необхідних

для оцінки робототехнічної небезпеки та управління ризиками, а також управління етичними проблемами, що впливають на робоче місце, де працюють працівники люди, яких є меншість.

Метою статті є аналіз ризиків, шкідливих та небезпечних факторів, які можуть виникнути під час експлуатації роботів на виробництві та запропонування заходів зі зменшення та попередження їх виникнення.

Результати досліджень. Промисловий робот являє собою механічну структуру з програмованим маніпулятором в цілому з шістьма ступенями свободи, три вісі для позиціонування та три вісі для орієнтації, що дозволяє переміщати та маніпулювати інструмент в заданому робочому просторі ефекторних та контрольованих різними датчиками. Деякі роботи використовують електродвигуни як джерело енергії, а інші також використовують гідравлічні циліндри.

Програмування рухів та послідовностей промислового робота здійснюється за допомогою промислового мікрокомп'ютеру або програмованого автомата, обладнаного відповідним програмним забезпеченням.

Промислові роботи часто призначені для конкретних операцій (зварювання, фарбування, різання, збірки, обробки, упаковки та ін.), запустивши досить прості інструкції по наземній лінії зв'язку, але завдяки досягненням в області штучного інтелекту, датчики та механічні технології, роботи з баченням та навчанням, мобільність та можливості для розширення можливостей з'являються все більше і більше.

Промислові роботи значно підвищують продуктивність праці різко знижуючи витрати на робочу силу та все частіше використовуються в промисловості та матеріально-технічному забезпеченні в рутинній та небезпечній роботі, а також беруть участь в цьому шляху для поліпшення умов праці в атмосфері значних або повторюваних фізичних стресів, шуму, хімічних, радіологічних, біологічних. Промислові роботи «класики» під час їх експлуатаційної фази, як правило, працюють без присутності персоналу, який таким чином віддаляється з процесу та в безпеці від ризиків, властивих їй.

Однак, якщо неприйнятне присутність людини все ще може статися, то ця присутність необхідна в будь-якому випадку під час монтажу, налагодженні, навчанні та технічному обслуговуванні: працівник може бути природним або випадковим зв'язком з рухомими частинами роботу або його блоком живлення або гідравліки та їх безпеки. Що стосується нових спільних роботів на найбільш небезпечних або шкідливих робочих станціях (професійне обслуговування, фізична допомога тощо), вони представляють як добру можливість для підвищення конкурентоспроможності та глобального благодійного впливу на охорону праці, але також загрожують безпеці працівників, які взаємодіють із цими машинами.

Нове використання спільних промислових роботів, таких які допомагають при завантаженні, дозволить їм залишити фабрики та працювати на будівельних майданчиках.

Існують різні причини ризиків промислових роботів. Важливими факторами фізичного ризику є швидкість руху робота та складність

передбачення деяких рухів його рухомих частин, реалізація значної енергії. Крім того, в разі системі людина-робіт, умови праці можуть бути особливо важкими у зв'язку з надмірною продуктивністю швидкості робота та регулярності роботи, якщо людино-машинні інтерфейси та робототехніка машини повинні відповідати ергономіці людини.

В оперативному використанні, недбале проникнення, відволікання або необхідність у зоні еволюції робота, нейтралізація захисту, представляє собою велику небезпеку: навіть після аварійної зупинки, при цьому робот може залишатися небезпечним через його залишкову енергію, не очищену від його електричних або гідравлічних компонентів, несподіваний рух руки. Несправність самої системи робота може мати різні причини: небезпечні несправності або збої або зміни засобів захисту, контроль збоїв електронних систем, програмне забезпечення і т. п. Ризик може мати концептуальне походження, такий як погане забезпечення захисними пристроями або погана реакція на ненормальну ситуацію.

При установці, налагодженні або обслуговуванні. Ризики збільшуються під час функціонального тестування або ремонту: співробітники потрапляють та знаходяться в робочій зоні роботів та роблять їх роботоспроможними, що потрібно для виконання процедур, які ще не завжди повторюються та після цього, в залежності від багатьох незвичайних небезпек або ситуацій, вкладаючи в контакт з оголеними струмоведучими частинами або рідиною під тиском, з сильним тиском, особливо якщо машина має життєво важливе значення для виробництва з важким психічним тягарем для автоматизованої промислової системи, які стають все більш складними та тому їх важче підтримувати. Більшість робочих техногенних аварій відбуваються під час розробки, запуску та технічному втручанні.

Різні ризики промислових роботів при зіткненні з роботом під час руху з його рукою або частиною маніпулятора або рукою інструменту, можуть привести до серйозних травм у зв'язку з високою кінетичною енергією і / або характерним тупим або гострим інструментом: три критерії травми «ударна сила», «сила заклинювання або дроблення» та «тиск або поверхня» визначають глибину проникнення в шкіру та основних тканин супроводжуються кровоточивими ранами, переломи або інші ураженнями опорно-рухового апарату людини.

Як і у випадку з іншими верстатами або машинами, ризик захоплення кінцівок, одягу або волосся, дроблення чи защемлення з фіксованою перешкодою або викидання матеріалів, надмірні шумові викиди, є іншими фізичними ризиками роботів.

Інші фізичні небезпеки не є специфічними для роботизованих майстерень, але є загальними для всіх видів промислової діяльності: падіння на слизькій, нерівній або переповненій поверхні, ураження електрострумом від використання несправного обладнання або контакту з відкритими струмоведучими частинами та ін.

Важче зрозуміти психологічні ризики, в тому числі з використанням спільних роботів до сих пір мало відомі у зв'язку з відсутністю досвіду та

досліджень, та існують прогалини між прогресом, досягнутим в реалізації промислової робототехніки та його широкий і все більш широке поширення в різних галузях промисловості і знань про їх вплив на психічне здоров'я і підвищеного стресу на роботі:

- організаційні відповіді на всі вимоги до продуктивності захоплених автоматизацією, які проходять персонал, що працює з роботами, характеризуються значним збільшенням будь-якого тиску на затримці, кількість, якість виробництва;

- інтенсифікація психічного навантаження за рахунок нових комп'ютерних технологій або автоматизації є психологічним чинником ризику;

- ізоляція в рідкісних командах та великих напівпорожніх заводах людської присутності, скорочення автономії, втрата ідентичності в умовах роботів можливих наслідки робототехніки: постійна взаємодія між працівником та роботом, мале спілкування з оточенням, втрата ініціативи або місця для маневру в операціях, каденції та точності, надмірне відчуття машинної залежності;

- тривога, пов'язана з уникненням та затримкою повторних контактів з роботом.

Основні ризики промислової роботизації. Технічні пристрої та вимога безпеки для використання промислових роботів є проблемою у розвитку автоматизації виробництва в розвинених країнах, щоб зупинити або обмежити активні або іскрові переїзди: імператив безпеки, якщо роботи «класичні» ще більш небезпечні у разі спільної роботи без бар'єру або матеріальної забезпеченості між людиною та роботом; спільна робототехніка є і одним з основних нових тенденцій в промисловій робототехніці та розширеній сфері застосування робототехніки за допомогою жестів в численній професійній діяльності.

Профілактичні заходи в області робототехніки є класичними. Це захист користувача від потенційної небезпеки руху робота, необхідно створити зону захищену захисною оболонкою з обмеженим доступом та підготовкою до ризиків і інструкції техніці безпеки роботизованих систем. Під час нормального функціонування робота також доцільно забороняти за допомогою охоронців присутність людини у робочій зоні робота, включаючи площу, зайняту обробленою частиною: наприклад, використовувати ізоляцію полікарбонатної клітки або дротяною сіткою, захищений доступ через бар'єри, що замикаються за роботою робота, зони перешкод усуваються шляхом дотримання достатнього зазору за допомогою кліток, оснащених дверцятами безпеки.

Фотоелектричні системи виявлення присутності, системи зору, контактні датчики безпечно завершуючі пристрої, перериваючі та / або відхиляючі рух робота.

При встановленні або підтримці робота, швидкість зміни автоматично обмежуються приводом або за допомогою контролю дій підтримуються або цикл за циклом, щоб дозволити користувачеві передбачити рух робота, щоб уникнути зіткнень із зовнішнім пультом управління, відмови від дії. Наявність додаткової людини з можливістю вимкнути роботу живлення в разі ризику для оператора комплексних заходів профілактики.

Профілактичні заходи безпеки при використанні робототехніки. Використання штучного інтелекту (ємність і швидкістю розрахунку та

навчання), зв'язок і роботи мехатроніки мобільності з їх клітинним та еволюційним застосуванням з їх користувачем, накладаючи рішення безпеки є більш «несуттєвим», основою програмного забезпечення, датчиків та функціональної безпеки електричних і програмованих електронних систем управління: мета - передбачити, уникнути зіткнень або зменшити їхні наслідки. Важливим елементом цих спільних робіт (або спільних робіт) є точний контроль та всі рухи робота, щоб зупинити або відхилити відразу, якщо швидкість або сила, що надходить, є занадто високими, у роботі багатозадачний робот не має фіксованого захисника.

Для того, щоб успішно інтегрувати безпеку спільних робіт, необхідно встановити параметри роботи і безпечної та ергономічного управління: максимальну швидкість взаємодії, межу сильної потужності, віддалений моніторинг безпеки з оператором з виявленням гарантії, час реакції, управління непередбаченими подіями, що вимагає застосування електронних датчиків вимірювання відстані, зусилля та програмованих контролерів і спеціальне програмне забезпечення, беручи до уваги ці елементи і передавальні інструкції до електричних і механічних ефекторних органів.

Висновки

1. Під час аналізу ризиків, шкідливих та небезпечних факторів, які зумовлені сучасною роботизацією промисловості, було встановлено, що роботи «класики» під час їх експлуатаційної фази, працюють без присутності персоналу, що дає йому можливість працювати в безпеці від ризиків, але не можливо повністю обмежити неприйнятну присутність людини, бо ця присутність необхідна в будь-якому випадку під час монтажу, налагодженні, навчанні та технічному обслуговуванні.

2. Запропоновані заходи для зменшення ризику промислової роботизації, направленні на інтеграцію безпеки спільних робіт, для цього необхідно встановити параметри роботи і безпечної та ергономічного управління: максимальна швидкість взаємодії, межу сильної потужності, віддалений моніторинг безпеки з оператором з виявленням гарантії безпеки, час реакції, управління непередбаченими подіями, що вимагає застосування електронних датчиків вимірювання відстані, зусилля та програмованих контролерів і спеціальне програмне забезпечення, беручи до уваги ці елементи і передавальні інструкції до електричних і механічних ефекторних органів.

Список використаних джерел

1. Незманов А. Модельная конвенция о робототехнике и искусственном интеллекте. Правила создания и использования роботов и искусственного интеллекта / А. Незманов, В. Наумов // Исследовательский центр регулирования робототехники и ИИ. – 2017. – 12 с.
2. ISO 10218-1:2011 Robots and robotic devices - Safety requirements for industrial robots - Part 1: Robots. – 2011. – 43 p.

3. ISO 10218-2:2011 Robots and robotic devices - Safety requirements for industrial robots - Part 2: Robot systems and integration. – 2011. – 72 p.
4. Поезжаева Е.В. Охрана труда при использовании промышленных роботов / Е.В. Поезжаева, А.Г. Федотов, П.В. Заглядов // Молодой ученый. - 2015. - № 16(96). - С. 225-228.
5. Murashov V. Working Safely with Robot Workers / V. Murashov, F. Hearl., J. Howard // Recommendations for the New Workplace. J. Occ. Env. Hyg. DOI: 10.1080/15459624.2015.1116700 (2015).
6. Rawlinson K. Microsoft's Bill Gates insists AI is a threat. [Accessed on April 28, 2015]; BBC News. 2015 Jan 29; Available at <http://www.bbc.com/news/31047780> .
7. Brumfield B. Car assembly line robot kills worker in Germany. [accessed October 28, 2015]; CNN. 2015 Jul 2; Available at <http://www.cnn.com/2015/07/02/europe/germany-volkswagen-robot-kills-worker/>
8. Asimov I. I, Robot. New York: Doubleday & Company; 1950.

Аннотация

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПРОФИССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТИЗАЦИИ

Цымбал Б. М., Артемьев С. Р., Малько А. Д., Войтов В. А., Антощенко Р. В.

В работе приведен анализ рисков, вредных и опасных факторов, обусловленных современной роботизации промышленности. Было установлено, что работы «классики» во время их эксплуатационной фазы, работают без присутствия персонала, что даёт ему возможность работать в безопасности от рисков, но невозможно полностью ограничить неприемлемое присутствие человека, так как это присутствие необходимо в любом случае при монтаже, наладке, обучении и техническом обслуживании. Были предложены меры для уменьшения риска промышленной роботизации.

Abstract

PREVENTION OF RISKS OF INDUSTRIAL ROBOTIZATION

B. Tsymbal, S. Artemyev, A. Malko, V. Vojtov, R. Antoshchenkov

The paper presents the analysis of risks, harmful and dangerous factors, which are caused by modern robotics of industry. It was found that the work of "classics" during their operational phase, work without the presence of staff, which gives him the opportunity to work in safety from the risks, but it is not possible to completely limit the unacceptable presence of a person, because this presence is necessary in any case during the installation , adjustment, training and maintenance. Measures have been proposed to reduce the risk of industrial robotics.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ В РОСЛИННИЦТВІ	
Мироненко В. Г.	239
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЯГОВОЇ ДИНАМІКИ ЧОТИРЬОХ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА ХТЗ-280Т	
Шаповалов Ю. К., Мельник В. І., Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Кісь В. М., Галич І. В., Никифоров А. О., Богданович С. А., Лукьяненко О. В.	243
ВЛИЯНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ НАПЛАВЛЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ	
Коломиец В. В., Антощенко Р. В., Ридный Р. В., Богданович С. А.	251
РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТВЕРДЫХ СМАЗОК ПРИ ЛЕЗВИЙНОЙ И АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ	
Коломиец В. В., Антощенко Р. В., Кись В. М., Горбачева Т. В., Любичева К. М.	264
К ПОСТРОЕНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПРОСЕИВАНИЯ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА В ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ РЕШЕТЕ СКАЛЬПЕРАТОРА	
Богданович С. А.	268
СЕПАРАЦІЯ НАСІННЕВОЇ СУМІШІ СОЇ НА МЕХАТРОННІЙ МУЛЬТИПЛОЩИННІЙ ВІБРАЦІЙНІЙ НАСІННСОЧИСНІЙ МАШИНІ	
Лук'яненко В. М., Никифоров А. О., Галич І. В., Лук'яненко О. В., Петрик А. П.	273
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ	
Лукьяненко О. В.	279
ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛИ ТА КОЕФІЦІЄНТА ЗЧЕПЛЕННЯ ОЛІЙНОГО НАСІННЯ З ПРОФІЛЬОВАНИМИ ПОВЕРХНЯМИ	
Сукач О. М., Шевчук В. В.	286
ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ЦИКЛУ МАЛОГАБАРИТНОГО ШНЕКОВОГО ОЛІЙНОГО ПРЕСУ	
Паславський В. Р.	293
ЗАПОБІГАННЯ РИЗИКАМ ПРОМИСЛОВОЇ РОБОТИЗАЦІЇ	
Цимбал Б. М., Артем'єв С. Р., Малько О. Д., Войтов В. А., Антощенко Р. В.	304