

Выводы.

В результате анализа технологических особенностей процесса центробежной индукционной наплавки порошковых покрытий на внутренние поверхности полых цилиндрических заготовок при нагреве наружным индуктором тока высокой частоты показано, что наиболее рациональным является поддержание заданной температуры плавления порошка путем пирометрического контроля температуры наружной поверхности заготовки и регулирования мощности нагрева. Разработана система контроля и регулирования температуры в процессе центробежной индукционной наплавки.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Белявин, К.Е. Индукционное упрочнение быстроизнашивающихся деталей узлов трения порошковыми покрытиями / К.Е. Белявин, И.А. Сосновский, А.Л. Худолей // Актуальные проблемы прочности: монография. В 2-х т. Т. 1 / под ред. В.В. Рубаника. – Витебск: УО «ВГТУ», 2018. – Гл. 15. – С. 272 – 290.
2. Gafo, Yu.N. Thermal parameters for centrifugal induction sintering of powder coatings / Yu.N. Gafo, I.A. Sosnovskij // Powder Metallurgy and Metal Ceramics, Vol.48, Numbers 1-2, Springer New York, New York. 2009. – P.105 – 111.
3. Сосновский, И. А. Технология индукционного нагрева в процессах центробежного нанесения покрытий / И.А. Сосновский, К.Е. Белявин, А.Л. Худолей. - Перспективные материалы и технологии / Под редакцией В. В. Клубовича. В 2-х томах. Т.1. – Витебск: Изд-во УО «ВГТУ», 2015. – Гл. 17. – С. 300 – 313.
4. Устройство для нанесения покрытий из металлических порошков на внутренние поверхности деталей: пат. 8558 Респ. Беларусь, МПК В 22 F 7/04 / И.А. Сосновский [и др.]; заявитель ОИМ НАНБ. - № и 20120198; заявл. 27.02.12; опубл. 30.10.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. - № 5. – С. 192.

УДК 681.5:004.9

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Новичихин Р.В., Журавлёва Е.Р.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Сдерживающим фактором широкого применения промышленных роботов (ПР) наряду с прочими является их потенциальная опасность для персонала.

По сравнению с другим стационарным оборудованием ПР является источником повышенной опасности по следующим причинам:

- принципиально работает вне зоны своих установочных размеров;
- не имеет постоянной конфигурации и предсказуемых траекторий перемещения;
- переносимые детали могут выпасть из схвата;
- манипулируемые инструменты сами по себе часто опасны (сварочные, окрасочные, сверлильные и пр.);
- манипулятор может иметь большие массу, скорость и ускорение;
- возможны несанкционированные движения, вызванные ошибками или сбоями управляющей программы;
- наладчик практически всегда работает в зоне досягаемости манипулятора.

В докладе рассматриваются методические, организационные, технические, технологические, эргономические и медицинские аспекты обеспечения безопасности персонала, работающего с ПР. В частности анализируются материалы международных стандартов, разработанных для ПР и систем на их основе: ISO 10218-1: 2011; ISO 10218-2: 2011; ISO/TS 15066:2016. Последний стандарт разработан специально для нового класса роботов, так называемых, коллаборативных роботов. Коллаборативный робот (collaborative robot, cooperative robot) или кобот (cobot, co-bot) – это промышленный робот, предназначенный для совместной работы с человеком. «Совместной» означает рядом (бок о бок) или во взаимодействии, в одном рабочем пространстве и одновременно.

Отличительной особенностью коботов от традиционных ПР с точки зрения безопасности является то, что они не требуют ограждений и дистанцирования от человека. Возможна совместная работа человека и кобота с одним предметом труда. Если того требует технологический процесс, то допускается и их физическое взаимодействие (соприкосновение, принуждение). В случае же несанкционированного контакта автоматически происходит практически мгновенная остановка манипулятора.

По современным представлениям говорить о «безопасном» ПР некорректно. Во-первых, речь может идти только о большем или меньшем уровне риска. Риски должны оцениваться заранее. Если они превосходят допустимый уровень, то регламентированы мероприятия по их снижению. Причем устранение (уменьшение уровня) одних рисков, как правило, ведет к возникновению (повышению) других. Фактически разработчик системы и организатор производства «выбирает» риски, проявления которых, как им представляется, менее вероятны. При этом имеется в виду и снижение меры ответственности лиц, принимающих решения, в случае происшествия.

Во-вторых, риски должны оцениваться не применительно к собственно ПР, а к приложению (технологическому процессу) в целом. Обязательно нужно оценивать опасность вспомогательного оборудования, манипулируемого инструмента и детали. Понятно, что говорить о «малоопасной» конструкции ПР не приходится, если он упаковывает ножи или взрывчатые вещества.

Оценка рисков предусматривает рассмотрение нескольких проявлений: серьезность (потенциальные последствия); вероятность избегания (уклонения); частота появления. Рассматриваемые стандарты регламентируют методику оценки рисков и приводят решения по их уменьшению для различных типов совместной работы. Типы классифицированы: контролируемая остановка; ручное принуждение; контроль скорости и дистанции; ограничение мощности и силы.

В докладе приводятся результаты анализа коллаборативного робота UR3 (Дания) на соответствие требованиям упомянутых стандартов. Экспериментальные исследования проводились на кафедре «Робототехнические системы». Тестировалась методика оценки результирующих рисков. Определялась действенность мероприятий по снижению рисков. Особо оценивалась полнота требований и практическая ценность рекомендаций к конструкции. Делается вывод, что использование стандартов ISO само по себе еще не гарантирует обеспечение безопасности применения ПР. Они также не предоставляют готовых технических решений. Многие вопросы остаются открытыми, однако их количество значительно сокращается.