

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

В работе рассмотрена статистика отказов лимитирующего оборудования двух цехов дочернего предприятия ОАО «ММК» – ООО «Механоремонтный комплекс» (г. Магнитогорск) – ЦРМО-2 и ОМЦ. Предоставленные данные содержат отказы за 2012–2013 гг., позволяющие определить причину отказа и содержат сведения о времени простоя оборудования. Отказы электрооборудования включают в себя множество отказов, различающихся по объекту и причине отказа. Рассмотрев показатели времени, затрачиваемого на локализацию неисправности и ее устранение, стало возможным найти недостатки существующей системы технического обслуживания и ремонта электрооборудования. Целью данной работы является определение ограничивающих факторов в работе системы технического обслуживания и ремонта, выработка рекомендаций по повышению производственных показателей. На базе статистики были рассмотрены основные причины отказов оборудования и разработана методика диагностирования неисправностей сложных электротехнических систем – многоосевых металлорежущих станков с числовым программным управлением. Металлорежущие станки представляют собой конгломерат различных подсистем, тесно связанных между собой. Данные отказов были распределены по категориям, определены самые трудоемкие и трудновыводимые типы отказов, группы оборудования повышенного риска. Был сделан вывод о целесообразности создания методических указаний по обслуживанию и ремонту электрооборудования. Подобные методические указания позволят повысить уровень подготовки персонала, упростить структуру ремонтно-восстановительных работ. Ожидается снижение времени, затрачиваемого на локализацию и устранение неисправности. Указания были выполнены в виде блок-схем, позволяющих определить тип неисправности и меры по восстановлению работоспособности. В дальнейшем результаты исследования были использованы для создания методического материала, предназначенного персоналу ООО «МПК» для ознакомления и изучения.

Ключевые слова: электропривод, отказ, простой, электроавтоматика, электрооборудование, управляющая электроника, ЧПУ, методика, ТОиР.

ВВЕДЕНИЕ

ООО «Механоремонтный комплекс» является одним из крупнейших металлообрабатывающих предприятий на территории Российской Федерации, деятельность которого направлена на производство сменного оборудования и запасных частей для нужд металлургического и горно-обогатительного производств, изготовление новых агрегатов и деталей, разработку конструкций и их модернизацию. Поставленные перед предприятием задачи требуют наличия значительной технологической базы в виде металлообрабатывающих станков с числовым программным управлением. Перед техническим персоналом стоит задача поддержания данных станков в исправном состоянии и принятия мер по снижению незапланированных простоев оборудования.

СТАТИСТИКА ОТКАЗОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

В ходе анализа эксплуатационных данных и систематизации отказов оборудования, наблюдающихся на производственных площадках цехов ООО «МПК», а именно основного механического цеха (ОМЦ) и цеха ремонта металлургического оборудования №2 (ЦРМО-2), общее количество отказов оборудования было сгруппировано по категориям, а также была выведена общая статистика отказов электрооборудования с 2012–2013 гг., которая приведена в **таблице**, а также на **рис. 1**.

Временно-количественные показатели простоев оборудования по электрической части

Год	Количество простоев в год	
	ч-мин	ед.
2012	1772 ч 45 мин	26
2013	1062 ч 20 мин	59

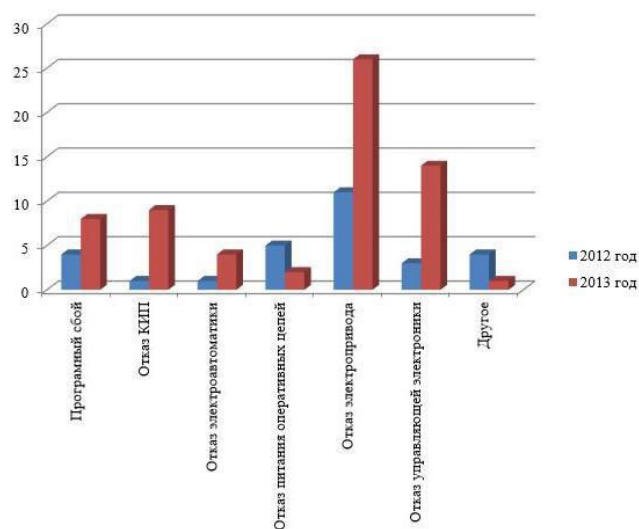


Рис. 1. Диаграмма распределения отказов за 2012–2013 гг.

Из данной диаграммы можно выяснить, что наиболее часто встречающимся видом отказов является отказ электроприводных устройств.

- Значительное число отказов электроприводных устройств случается вследствие вышедших из строя компонентов электроники. Данные отказы могут быть объяснены низкой износоустойчивостью данных компонентов, несоответствии заданных нагрузок номинальным, а также, в ряде случаев, низкой эксплуатационной надежностью примененных схемных решений.

- Среди подгруппы отказов управляющей электроники наибольшее число неисправностей заключается в выходе из строя компонентов управляющих плат, а отказы других типов (программируемых логических контроллеров и другого оборудования) встречаются сравнительно редко.

- Коренной причиной отказов управляющих плат является агрессивная внешняя среда из взвеси воздуха с частицами токопроводящей пыли (металл, графит, и т.д.).

- Отказы контрольно-измерительных приборов и электроавтоматики происходят из-за механических деформаций, возникающих в процессе эксплуатации.

- Программные сбои происходят по причине ошибок, допущенных на этапе проектирования и пусконаладочных работ, а также из-за локального перегрева, вследствие недостаточного кондиционирования и оседания пыли внутри шкафов электрооборудования АСУ ТП.

- Наиболее часто встречающиеся типы отказов силовых устройств – выходы из строя блока питания и трансформатора. Данные отказы возникают по причине несбалансированности электрических сетей, а также, касательно блоков питания, по причине потери электролитическими конденсаторами своих свойств в результате старения.

Стоит отметить, что многие из возникающих неисправностей являются типовыми для данного оборудования и могут быть диагностированы на ранней стадии ремонтно-восстановительных работ. Но существуют определенные особенности, состоящие в сложности и комплексности взаимодействия подсистем современных станков с числовым программным управлением.

Далее был сделан вывод о средней продолжительности ремонтов и рассчитано среднее значение времени на локализацию и поиск конкретной неисправности.

Среднемесячное значение времени, затраченного на устранение неисправностей по электрочасти, составляет 118 ч. Из них непосредственно на диагностику неисправности уходит, в среднем, 34% от общего времени, затраченного на ремонтно-восстановительные работы.

В результате была сформирована методика диагностирования неисправностей станков с ЧПУ. Использование данной методики будет способствовать снижению времени, затраченного на локализацию неисправностей и, следовательно, ускорит ремонтно-восстановительные работы. Как следствие, стоит ожидать снижение издержек предприятия. Помимо этого, целью методического пособия является обучение персонала, занятого на работах по техническому обслуживанию и ремонтах, основным принципам безопасной работы с оборудованием, принципам работы подотчетного оборудования, а также повышение культуры производства.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИАГНОСТИКЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ СТАНКОВ ЧПУ

Методические указания представляют собой дидактический материал в виде рекомендаций и набор блок-схем для более наглядного восприятия информации. Данный материал будет распространяться в печатном и электронном виде для персонала ТООИР. В дальнейшем планируется создание электронного ассистента для мобильных устройств.

Для диагностики и ремонта станков с ЧПУ необходимо представлять, что подобные системы из себя представляют. Станки с ЧПУ – это конгломерат различных подсистем, таких как электроприводные системы постоянного и/или переменного тока, программируемые логические контроллеры, аппараты визуализации, компоненты электроавтоматики, устройства ввода/вывода, автоматизированные системы управления и интерполяторы (или модули числового программного управления), которые берут на себя всю аналитическую часть расчетов по совместной одно-временной работе всех подсистем.

Предлагаемая концепция развивает идею работы с подотчетным оборудованием, «от простого к сложному», от основополагающего к частному. Для реализации методического пособия необходимо обеспечение персонала ТООИР всей справочной информацией и инструментами диагностики. Все работы выполняются в порядке текущей эксплуатации по заявке от службы Заказчика или по заданию непосредственного руководителя.

Приступая к диагностическим операциям, персоналу надлежит придерживаться определенных обязательных правил:

- Приступая к диагностике, необходимо провести опрос технологического персонала (выяснить, что конкретно неисправно, в чем это выражается, при каких обстоятельствах возник данный отказ).

- Обязательно перед началом работ вывесить плакат «Ремонт», либо «Наладка», либо «Не включать, работают люди».

- Без включения станка необходимо подвергнуть тщательному внешнему осмотру шкаф автоматики и «подозрительные» узлы станка.

- Диагностику аппаратной части станка принято начинать с проверки цепей питания (выбило ли автоматы, не сгорели ли предохранители, работают ли блоки питания, соответствует ли уровень напряжения требуемому).

- Включать «вводной» автомат можно, только убедившись, что это безопасно.

- Если загрузка ЧПУ проходит штатно и полностью, необходимо указать оператору на демонстрацию того, в чем именно выражается проблема.

- Всегда при каждом новом действии следует отдавать себе отчет в том, что это будет безопасно. В случае сомнений необходимо обратиться к руководителю.

- В работе не стоит полагаться на указатели напряжения, дающие лишь поверхностную информацию о наличии напряжения в цепи, необходимо пользоваться мультиметром.

- Проверку электродвигателей необходимо выполнять с применением мегаомметра.

- При ошибках осей необходимо учитывать, что системы измерения местоположения рабочих органов станка зачастую включают в себя не один активный датчик на ось, а несколько.

- Необходимо разделить возможные программные ошибки и аппаратные. Программные ошибки могут возникать на низком уровне, т.е. в микросхемах с базовыми данными, загрузочных микросхемах памяти, микросхемах, в которых прописана оболочка системы, т.е. то, что нельзя исправить имеющимися в комплекте с ЧПУ средствами. Также программные ошибки могут появляться в программах электроавтоматики, в параметрах осей, файлах корректоров, машинных данных. Наконец, ошибки программного характера могут возникать в управляющих программах, которые записываются технологическим персоналом. Аппаратные ошибки связаны с загрязненностью и перегревом, плохим контактом, выходом из строя активных компонентов электроники, конденсаторов, диодов, диодных сборок, сборок Дарлингтона и т.д.

Методические указания представлены преимущественно в виде блок-схем, пример которых указан на рис. 2.

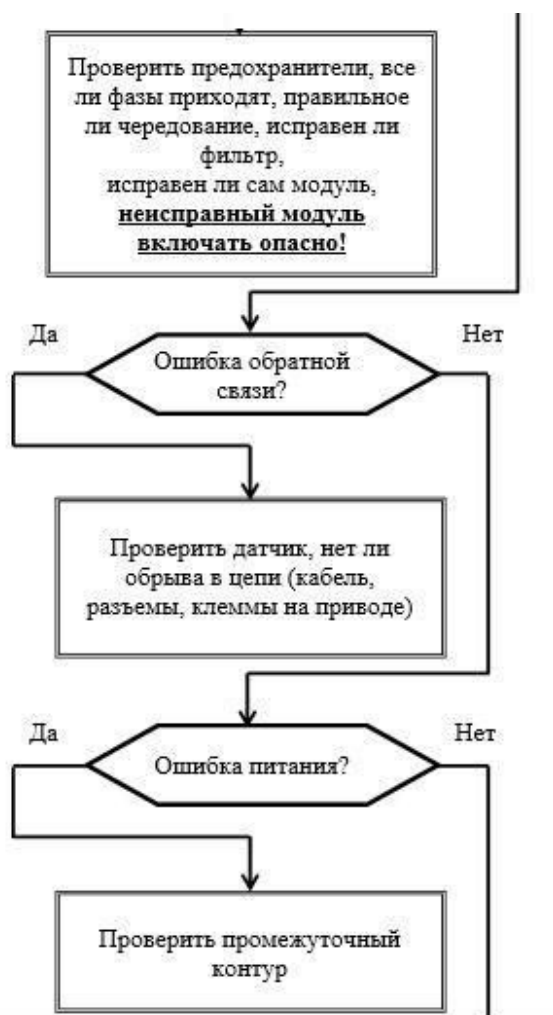


Рис. 2. Фрагмент блок-схемы методики диагностирования

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе была составлена статистика отказов электрооборудования, отказы были отсортированы по типам, указаны ключевые причины отказов. Было подтверждено наличие ограничивающих факторов в виде существенных затрат времени на локализацию неисправностей. В результате анализа показателей отказов электрооборудования была выявлена возможность улучшения показателей путем создания методических указаний для персонала ТООиР. Следование алгоритму действий, приведенному в методических материалах,

позволит сократить время простоя оборудования в условиях дефицита квалифицированных технических специалистов, за счет сокращения времени, затрачиваемого на локализацию конкретной неисправности, что, в конечном итоге, приведет к улучшению экономических показателей и эффективности работы системы ТООиР на предприятии. Также изучение методических материалов позволит повысить уровень подготовки рабочего персонала, снизить количество ошибок при ремонтно-восстановительных работах. Ожидаемое сокращение времени на поиск и локализацию неисправности составит до 6% в каждом конкретном случае. Дальнейшее снижение времени маловероятно по причине сложности включения в методические материалы детализированной информации по каждому типу оборудования. Это ограничение возможно обойти, перейдя на электронную версию методических материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Купцов В.В., Петушков М.Ю., Сарваров А.С. Современные методы диагностирования асинхронных двигателей и их развитие: монография. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. 247 с.
2. Разработка и внедрение интеллектуальных систем диагностирования технического состояния электрического оборудования / Лукьянов С.И., Карандаев С.А., Сарваров А.С., Петушков М.Ю., Храмышев В.Р. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. №1. С. 129–136.
3. Белоусов О.С., Кузнецов Е.В., Петушков М.Ю., Комплексная цифровая диагностика промышленного оборудования в режиме реального времени // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т. 2. №71. С. 30–32.
4. Белоусов О.С., Петушков М.Ю., Щербина Д.В. Проблемы эксплуатации компонентов электроники станков с числовым программным управлением // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2014. Т.2. С. 124–127.
5. Соломенцев Ю.М., Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Построение персональных систем ЧПУ (PCNC) по принципу открытых систем // Информационные технологии и вычислительные системы. 1997. №3. С. 68–75.
6. Технические средства диагностирования: справочник / Клюев В.В., Пархоменко П.П., Абрамчук В.Е. и др.; под общ. ред. Клюева В.В. М.: Машиностроение, 1989. 672 с.
7. Костюков А.В., Костюков В.Н. Повышение операционной эффективности предприятий на основе мониторинга в реальном времени. М.: Машиностроение, 2009. 192 с.

Поступила в редакцию 16 июня 2017 г.

INFORMATION IN ENGLISH

DIAGNOSIS METHODOLOGY FOR ELECTRICAL COMPONENTS OF CNC MACHINES

Oleg S. Belousov

Postgraduate Student, Power Engineering And Automated Systems Institute, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk Russia.

Mikhail Y. Petushkov

D.Sc. (Eng.), Associate Professor, Professor of electronics and microelectronics department, Power Engineering And Automated Systems Institute, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk Russia.

Dmitriy V. Shcherbina

Postgraduate Student, Power Engineering And Automated Systems Institute, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk Russia.

This article considers statistics of failures for limiting equipment. The examined equipment is stationed in two workshops (“CRMO-1” and “ОМС”) of LLC “Mekhanoremontniy complex” – a subsidiary company of OJSC “Magnitogorsk Iron & Steel Works”. The represented data covers failures of electrical equipment during 2012-2013 and allows us to establish causes of failures and contains data of maintenance and repair time. Failures of electrical equipment consist of multiple failures, which differ from each other by type and cause. After analyzing the time spent for localizing and eliminating failures, it became possible to determine disadvantages of the current system of maintenance and repair. The main purposes of this article are to determine bottlenecks in the current system of maintenance and repair, to provide recommendations to improve performance. The main causes of electrical failures were defined based on that statistics. As a result, it became possible to develop a diagnosis methodology for identifying failures within complex electrotechnical systems – such as multi-axis metal-cutting CNC machines. Metal-cutting CNC machines represent a conglomerate of different subsystems united between themselves. Failures were categorized in types, most difficult and time-consuming, which types of equipment were most vulnerable. It was proposed to create a guidance books about maintenance and repair of such equipment. Such guidance would improve the level of training for personnel and streamline the structure of repairs. It is expected that idle time would decrease. Aforementioned guidances were created in the form of flowcharts, which help to determine type of failure and front of repairs. The result of this research would be used to create a guidance book for the personnel of LLC “Mekhanoremontniy complex” for review and training.

Keywords: Electrical drive, failure, idle time, electrics, electrical equipment, control electronics, CNC, methodology, maintenance and repairs.

REFERENCES

1. Kuptsov V.V., Petushkov M.Y., Sarvarov A.S. *Sovremennye metody diagnostirovaniya asynkhronnykh drigatelei i ih razvitiye* [Modern methods of diagnosis for asynchronous drives and their development]. Magnitogorsk, NMSTU, 2010, 247 p. (In Russian)
2. Lukianov S.I., Karandaev S.A., Sarvarov A.S., Petushkov M.Y., Khrumshin V.R. Developing and implementing of intellectual diagnostic system for technical condition of electrical equipment. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2014, no. 1, pp. 129–136 (In Russian)
3. Belousov O.S., Kuznyakov E.V., Petushkov M.Y. Complex real-time diagnostics of industrial equipment. *Aktualnye problemy sovremennoy nauki, tekhniki i obrazovaniya* [Actual problems of modern science, technology and education]. 2013, part 2, no. 71, pp. 30–32 (In Russian)
4. Belousov O.S., Petushkov M.U., Shcherbina D.V. Operational problems of electronics in CNC machines. *Aktualnye problemy sovremennoy nauki, tekhniki i obrazovaniya* [Actual problems of modern science, technology and education]. 2014, part 2, pp. 124–127 (In Russian)
5. Solomentsev U.M., Sosonkin V.L., Martinov G.M. Development of PCNC based on open systems. *Informatsionnye tekhnologii i vychislitelnye sistemy* [Information technology and computer systems] 1997, no. 3, pp. 68–75 (In Russian)
6. Kluev V.V., Parhomenko P.P., Abramchuk V.E. *Tekhnicheskiye sredstva diagnostirovaniya* [Technical methods of diagnostics]. Moscow: Mashinostroyeniye, 1982, 672 p. (in Russian)
7. Kostukov A.V., Kostukov V.N. *Povisheniye operatsionnoy effektivnosti predpriyatiy na osnove monitoringa v realnom vremeni* [Increasing of operational effectiveness for enterprises based on real-time monitoring]. Moscow: Mashinostroyeniye, 2009, 192 p. (In Russian)

Белусов О.С., Петушков М.Ю., Щербина Д.В. Разработка методики диагностики электрической части станков с числовым программным управлением // *Электротехнические системы и комплексы*. 2017. № 3(36). С. 55–58. [https://doi.org/10.18503/2311-8318-2017-3\(36\)-55-58](https://doi.org/10.18503/2311-8318-2017-3(36)-55-58)

Belousov O.S., Petushkov M.Y., Shcherbina D.V. Diagnosis Methodology For Electrical Components Of Cnc Machines. *Elektrotekhnicheskiye sistemy i komplekсы* [Electrotechnical Systems and Complexes], 2017, no. 3(36), pp. 55–58. (In Russian). [https://doi.org/10.18503/2311-8318-2017-3\(36\)-55-58](https://doi.org/10.18503/2311-8318-2017-3(36)-55-58)
