

смогут принести своим предприятиям максимальной пользу, и, следовательно, являются наиболее востребованными на рынке труда.

#### Список использованных источников

1. Бюллетень Министерства образования и науки Российской Федерации. Высшее и среднее профессиональное образование. 2006. №9. С.3-12.
2. Смирнов И.П., Ткаченко Е.В. Социальное партнерство: Что ждет работодатель? (итоги пилотного Всероссийского социологического исследования). М.: ООО «Аспект», 2004. С. 10.
3. Стратегия 2020. Российская газета, 3 января 2012.
4. Касьмова Д. М. Молодежь на рынке труда. Экономика образования. № 2 (75), Москва 2013, с. 56.
5. Китова Е.Т. Прикладной бакалавриат в техническом вузе. Инженерное образование: проблемы и решения: материалы межрегион. науч.-практ. конф. Абакан: Изд-во ФГБОУ ВО «Хакас. Гос.ун-т им.Н.Ф.Катанова», 2016. – с. 31-33.

#### Сведения об авторах:

**Меркулов Георгий Николаевич** - преподаватель высшей квалификационной категории, Узловский железнодорожный техникум - филиал ПГУПС  
**Петрухин Даниил Сергеевич** - обучающийся группы УЗПХ425, специальность: «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство», Узловский железнодорожный техникум - филиал ПГУПС

#### Intelligence about the authors:

**Merkulov Georgy Nikolaevich** – teacher of the highest qualification category, Uzlovsky Railway Technical School - a branch of PGUPS  
**Petrukhin Daniil Sergeevich** – student of the UZPH425 group, specialty: «Railway construction, track and track management», Uzlovsky Railway Technical School - a branch of PGUPS

УДК 621.313.04

Д.В. Мирош, И.Л. Громыко  
D.V. Mirosh, I.L. Gromyko

## ПРЕДПОСЫЛКИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ВИБРОДИАГНОСТИКИ

### PREREQUISITES FOR ASSESSING THE STATE OF ASYNCHRONOUS MOTORS USING VIBRATION DIAGNOSTICS

**Аннотация:** На предприятиях различных отраслей в подавляющем большинстве используются электроприводы на базе асинхронных двигателей (далее – АЭД) [1]. Повышение надежности и контроль работоспособности данного оборудования необходимы из соображений производственной безопасности, поскольку каждая аварийная ситуация представляет угрозу обслуживающему персоналу и непрерывности производственного процесса.

**Ключевые слова:** АЭД, диагностика, подшипниковый узел, локомотив, вибродиагностика.

**Abstract:** Electric drives based on asynchronous motors (hereinafter referred to as AEMs) are used in the vast majority of enterprises in various industries [1]. Improving the reliability and monitoring the operability of this equipment is necessary for reasons of industrial safety, since each emergency situation poses a threat to maintenance personnel and the continuity of the production process.

**Keywords:** AEM, diagnostics, bearing assembly, locomotive, vibration diagnostics.

Внедрение технической диагностики в настоящее время позволяет более точно устанавливать прогрессивные межремонтные сроки, предупреждать аварийные износы и повреждения, сокращая в то же время объем ремонтных работ по разборке и сборке. Глав-

ным преимуществом диагностических комплексов является невмешательство в работу исправно работающего оборудования. В свою очередь при регламентном обслуживании большая часть оборудования обычно к назначенному сроку выполнения очередных работ

либо оказывается в достаточно удовлетворительном состоянии, не требующем вмешательства вовсе, либо уже в аварийном [2].

Исследование возможностей по расширению диагностики для АЭД обусловлено их большой распространенностью. По некоторым источникам, порядка 80 процентов от всех электродвигателей в мире являются асинхронными. Примерно половина всей электроэнергии преобразуется в механическую за счёт АЭД.

Основными неисправностями, которые проявляются в ходе эксплуатации АЭД являются следующие:

– межвитковые замыкания;



Рисунок 1 – Распределение неисправностей АЭД в процентном соотношении

Как видно из диаграммы, подшипниковый узел является основной причиной неисправности АЭД на локомотивах. Этот факт позволяет сделать выводы, которые отличаются от обычно встречающихся в литературных источниках. На электроподвижном составе зачастую используются асинхронные машины средней мощности. В отличие от АЭД, работающих в условиях промышленных предприятий (в качестве электропривода станков, конвейерных линий и т.п.), локомотив часть времени находится в движении. Во время движения на локомотив действует масса различных знакопеременных нагрузок и тяговых усилий, возникающих от взаимодействий с рельсом, профилем пути и перевозимым грузом. С учетом этих особенностей, можно предположить, что с ростом габаритов АЭД, их мощности, а также специфических условий эксплуатации, к подшипниковым узлам должны предъявляться повышенные требования. Особую важность это приобретает еще и по-

– неисправности подшипниковых узлов;  
– пробой междуфазной изоляции.

Основное количество неисправностей зачастую связано с межвитковыми замыканиями (по некоторым данным – 9 из 10 случаев). На Белорусской железной дороге с 2014 года ведется статистический учет находящегося в работе оборудования, что позволяет выделить отдельные неисправности АЭД, встречающихся на тяговом электроподвижном составе, а также усреднить входные данные между разными источниками.

Причины и характер отказов отражены в качестве диаграммы на рисунке 1.

тому, что значительная часть тягового подвижного состава на железной дороге была построена свыше 30–40 лет назад.

После выполнения ремонтных работ или при техническом обслуживании электрических машин проверка дефектов подшипников обычно ограничивается лишь проверкой лёгкости вращения вала, что не может служить гарантией качественного ремонта или отсутствием развивающихся дефектов. Следовательно, невозможно гарантировать эксплуатационную продолжительность бесперебойной работы.

Существует ряд факторов, влияющих на обоснованность применения какого-либо из методов вибродиагностики в каждом конкретном случае [1]:

– режим работы АЭД;  
– требуемая точность диагностики;  
– условия, в которых проводится диагностика;

– требования к виброизмерительной и виброанализирующей аппаратуре;  
– качество электроэнергии.

При вибродиагностике можно определять не только неисправности подшипников, но и оценивать их состояние, а значит и примерный ресурс. Преимущество измерений, производимых для подшипников качения, заключается в возможности определить дефекты на ранней стадии. Это возможно из-за появления высоких частот при измерениях, которые свидетельствуют о начинающихся будущих неисправностях.

Для диагностики АЭД в основном используются спектры виброускорения, так как в них

для большинства типов узлов роторных машин оказываются сопоставимыми величины составляющих вибрации на низких, средних и высоких частотах. Это облегчает анализ спектров виброускорений [3].

Уровень вибрации, отображаемый на конечной диаграмме при замерах, может послужить одним из входных параметров для искусственной нейронной сети. Контроль определенного количества параметров позволяет получить данные о техническом состоянии АЭД, а также получить представление о возможности дальнейшего прогнозирования срока службы.

#### Список использованных источников

1. Калинов, А.П. Анализ методов вибродиагностики асинхронных двигателей / А.П. Калинов, О.В. Браташ // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Кременчугский нац. ун-т им. М. Остроградского. – 2012. – №5. – С. 43–51.
2. Воробьев, В.Е. Прогнозирование срока службы электрических машин: Письменные лекции / В.Е. Воробьев, В.Я. Кучер. – СПб.: СЗТУ. – 2004. – 56 с.
3. Барков, Н.А. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации: учеб. пособие / А.В. Барков, Н.А. Баркова, А.Ю. Азовцев. – СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2000. – 159 с.

#### Сведения об авторах:

**Миروش Дмитрий Валерьевич** – аспирант, Белорусский государственный университет транспорта в г. Гомеле, Республика Беларусь  
**Громько Иван Леонидович** – преподаватель, аспирант, Белорусский государственный университет транспорта в г. Гомеле, Республика Беларусь

#### Intelligence about the authors:

**Mirosh Dmitry Valeryevich** – postgraduate student, Belarusian State University of Transport in Gomel, Republic of Belarus  
**Gromyko Ivan Leonidovich** – lecturer, a postgraduate student, Belarusian State University of Transport in Gomel, Republic of Belarus

УДК 377.5

В.О. Книжникова  
V.O. Knizhnikova

## СЕТЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ «КОЛЛЕДЖ - ПРОИЗВОДСТВО»

### NETWORK INTERACTION «COLLEGE – PRODUCTION»

**Аннотация:** Статья посвящена системе работы по сетевому взаимодействию: колледж – производство.

**Ключевые слова:** Гомельский государственный дорожно-строительный колледж имени Ленинского комсомола Белоруссии учреждения образования «Республиканский институт профессионального образования», сетевое взаимодействие, выпускники.

**Abstract:** The article is devoted to the system of work on network interaction: college – production.

**Keywords:** Gomel State Road Construction College named after Lenin Komsomol of Belarus educational institutions «Republican Institute of Vocational Education», networking, graduates.

На 2023 год Министерство архитектуры и строительства запланировало, что будет сдано на территории Республики Беларусь в эксплуатацию 4,3 млн. кв. м жилья [1]. Объёмы

строительства с каждым годом растут, поэтому строительные профессии будут пользоваться спросом на рынке труда еще очень долгое время. Это связано с тем, что увеличи-