

Заключение. Результаты выполненных исследований позволяют заключить, что покрытия из бронзографита, сформированные на рабочем профиле зубьев зубчатых колес встроенного привода шпинделя консольно-фрезерного станка ОШ Ф-32 могут способствовать снижению уровня шума шпиндельного узла на 1...5 децибел. В процессе формирования подобных покрытий ворсом вращающейся щетки сглаживаются микронеровности на рабочей поверхности зубьев, удаляются риски, царапины и др. дефекты, оставшиеся после шлифования и прикатки спаренных колес на обкатных станках, во многих случаях с добавлением абразивного порошка. Последующее формирование слоя покрытия из мягкого металла в силу пластического течения под воздействием контактных нагрузок в зацеплении способствует увеличению пятна контакта и снижению трения скольжения, что в совокупности обеспечивает снижение шума шпиндельного узла.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Система стандартов безопасности труда. Шум. Станки металлорежущие. Допустимые шумовые характеристики: ГОСТ 12.2.107-85. – Введ. 30.06.1986 (издание 01.04.2008). – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2008. – 16 с.
2. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96.
3. Иванов, Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом / Н. И. Иванов. – М.: Логос, 2008. – 423 с.
4. Медведев, А. М. Проектирование акустически оптимальной архитектуры редукторных систем станков / А. М. Медведев, Г. В. Литовко // Ученые записки. – 2013. – № II-1 (14). – С. 64–75.
5. Берсудский, А. Л. Повышение работоспособности эвольвентных поверхностей зубчатых колес / А. Л. Берсудский // Вестник машиностроения. – 2005. – № 1. – С. 10–13.

УДК 621.85-8

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА НАГРУЖЕННОСТИ ЗУБЧАТЫХ ПРИВОДОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ГОРНОГО КОМБАЙНА

Шелег В. К.¹, Романович А. С.², Конопляник И. А.²

- 1) Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
- 2) УПП «Нива» Романовича С. Г.,
Солигорский район, г. Солигорск, Республика Беларусь

Введение. Горный комбайн «Универсал-600» используется при добыче калийной руды камерным способом и подготовке шахтного поля путем создания в горном массиве транспортных, вентиляционных, вспомогательных и других штреков арочного типа, профиль и схема формирования которых показаны на рисунке 1.

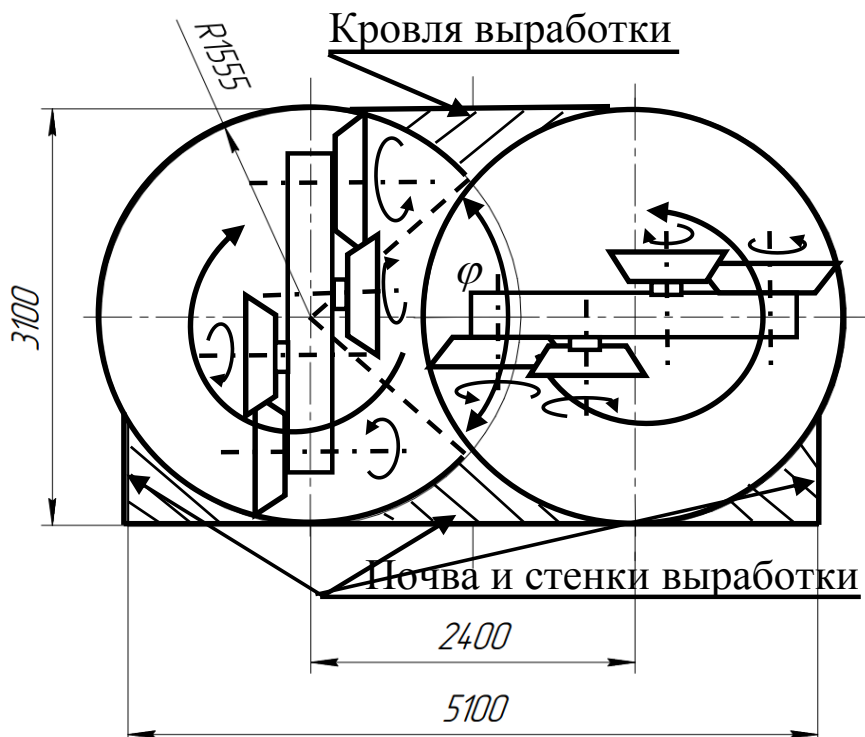


Рисунок 1 – Сечение выработки и ее параметры

Вес горного комбайна «Универсал-600» достигает 110 тонн, а мощность зубчатых приводов каждого из двух исполнительных органов – 200 кВт. При этом каждый исполнительный орган кроме привода собственного вращения имеет две кинематические ветви привода вращения режущих дисков, установленных на выходных валах в соответствующих рукоятях, нагрузка между которыми, как правило, распределяется неравномерно.

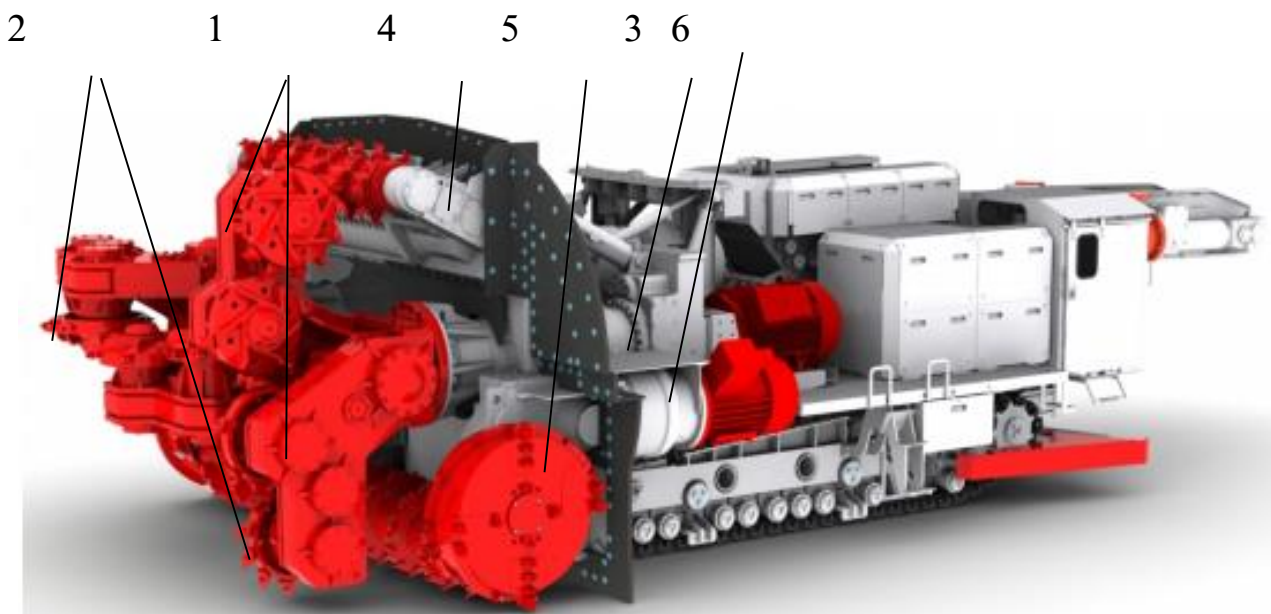
Проведение ремонтных работ комбайна непосредственно в создаваемой им выработке крайне затруднено из-за стесненных и слабоосвещенных в ней условий. Вместе с тем, около половины всех отказов связано с выходом из строя зубчатых приводов исполнительных органов [1], что, в свою очередь, обусловлено их перегруженностью вследствие неравномерности распределения нагрузки между ветвями в рукоятях каждого исполнительного органа.

Исследованию нагруженности зубчатых приводов исполнительных органов и созданию систем ее мониторинга в процессе эксплуатации посвящено значительное число исследований [2–5]. Однако до настоящего времени эта проблема по существу не решена и ее по праву можно отнести к одной из наиболее актуальных для горных комбайнов.

Цель исследований – разработка системы мониторинга нагруженности зубчатых приводов исполнительных органов горного комбайна.

Методические подходы при создании системы мониторинга

Общий вид горного комбайна «Универсал-600», созданного и изготовленного на ОАО «ЛМЗ Универсал», входящего в состав холдинга «Нива-Холдинг» (г. Солигорск), показан на рисунке 2, его габаритные параметры, влияющие на формирование объема выработки? – на рисунке 3.



1 – рукояти привода вращения режущих дисков 2; 3 – привод вращения исполнительного органа; 4 – редуктор привода отбойного устройства; 5 – бермовый орган; 6 – привод бермового органа
Рисунок 2 – Общий вид горного комбайна «Универсал-600»

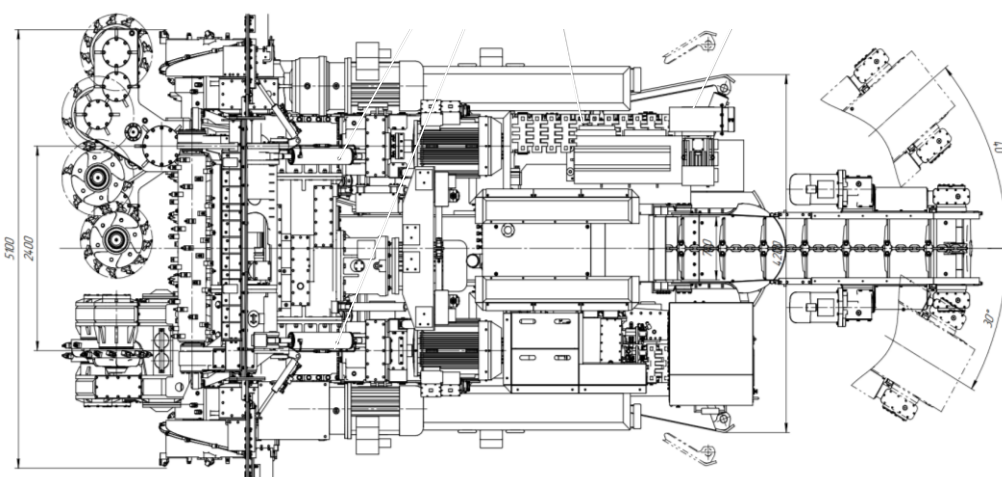


Рисунок 3 – Габаритные параметры горного комбайна «Универсал-600» на виде сверху, влияющие на формирование объема выработки

В состав горного комбайна входят зубчатые редукторы приводов:

- привода вращения режущих дисков для двух органов планетарного типа, каждый из которых имеет по четыре таких диска для создания режущими органами двух опережающих цилиндрических полостей четырьмя режущими дисками с резцами;
- привода верхнего отбойного устройства, формирующего кровлю выработки;
- привода бермового органа, формирующего почву и нижнюю часть стенок выработки, по которой движется горный комбайн.

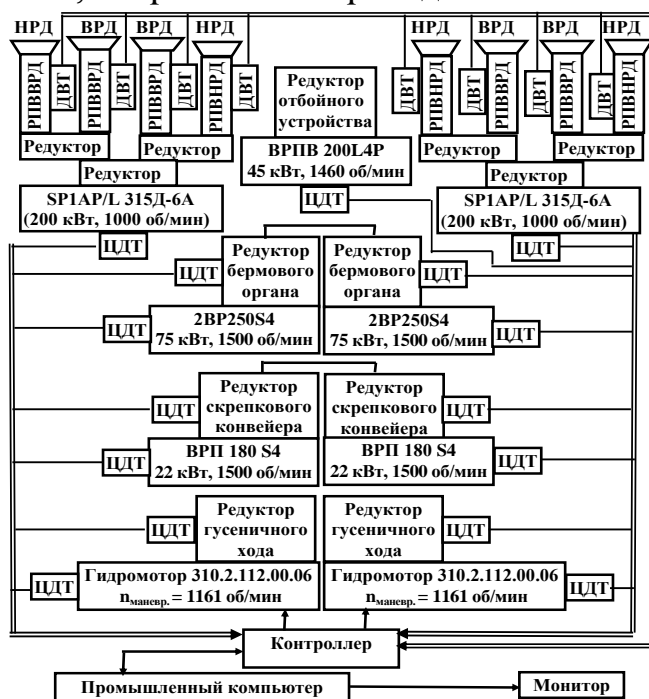
В основу методических подходов при создании системы мониторинга нагруженности зубчатых приводов комбайна «Универсал-600» были положены результаты предварительных исследований:

- параметров осциллограмм механических колебаний с собственными частотами колебаний компонентов комбайна, возникающих при поломке резцов и их анализ с привязкой к реальному масштабу времени;
- параметров колебаний мощности, потребляемой исполнительным органом при его функционировании.

Результаты исследований и их обсуждение. Схема разработанной мобильной автоматизированной системы мониторинга (МАСМ) поломок резцов режущих дисков горного комбайна «Универсал-600» показана на рисунке 4, схема коммутации средств контроля, обработки и хранения диагностических данных и визуализации результатов мониторинга неравномерности нагружения рукоятей двух кинематических ветвей исполнительного органа – на рисунке 5.

Система мониторинга активизируется кнопкой «пуск» на ее управляющем модуле перед запуском приводов исполнительных органов комбайна. При проведении мониторинга в течение 5 минут осуществляется регистрация мощности, потребляемой приводами исполнительных органов, и колебаний с частотой 5 Гц. Из полученных данных в вычислительном модуле МАСМ формируются файлы данных с привязкой к реальному масштабу времени. Обработка полученных данных осуществляется с использованием методов математической статистики.

Заключение. Разработана мобильная автоматизированная система мониторинга приводов вращения режущих дисков горного комбайна «Универсал-600» и схема средств для ее реализации, учитывающая минимально необходимую и достаточную номенклатуру регистрируемых системой мониторинга параметров. В ее состав входят параметры колебаний, возникающих на корпусе подшипникового узла вала с режущими дисками при функционировании планетарного зубчатого редуктора привода их вращения и динамического взаимодействия резцов этих дисков с обрабатываемой породой, температура наиболее нагруженных подшипниковых узлов зубчатого редуктора привода вращения режущих дисков и мгновенная мощность, потребляемая приводами исполнительных органов.



*НРД, ВРД – соответственно наружный и внутренний режущий диски;
 ДВТ – датчик вибрации и температуры; РПВНВД, РПВВД – редуктора
 приводов вращения, соответственно наружного и внутреннего режущих дисков;
 ЦДТ – цифровой датчик температуры*

Рисунок 4 – Схема системы мониторинга поломок резцов режущих дисков горного комбайна «Универсал – 600»

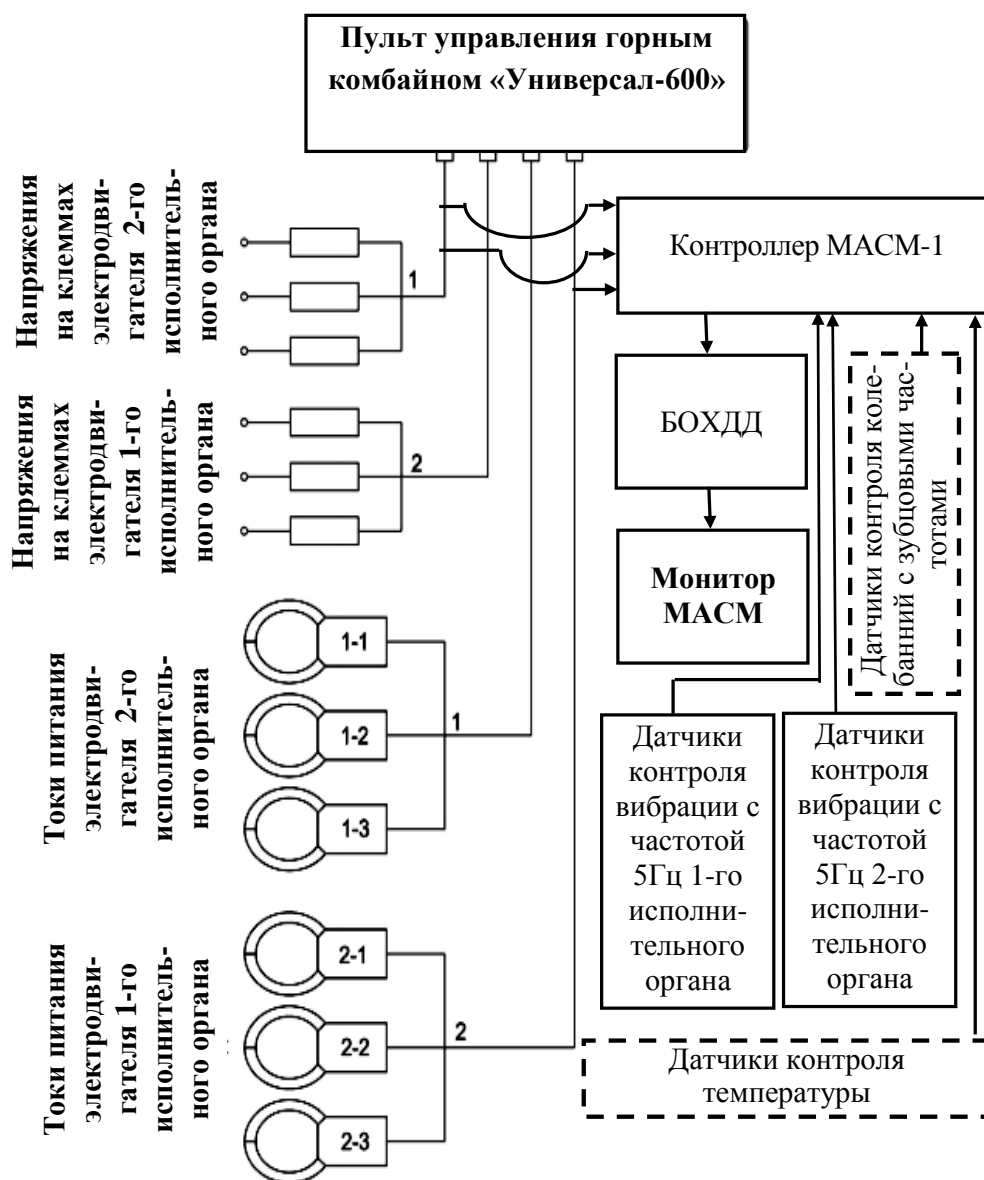


Рисунок 5 – Схема коммутации средств контроля, обработки и хранения диагностических данных и визуализации результатов мониторинга горного комбайна «Универсал-600» (пунктиром показано подсоединение дополнительных датчиков контроля колебаний с зубцовыми частотами и датчиков контроля температуры при использовании существующих методов вибромониторинга и мониторинга тепловой нагруженности)

Обработка полученных диагностических данных позволяет:

- своевременно выявить поломку резца на режущем диске и оперативно восстановить его работоспособность путем замены резца;
- определить неравномерность распределения нагрузки между ветвями приводов исполнительных органов и их реальную нагруженность, автоматизированное сравнение которой с допустимой позволяет избежать возникновения аварийной ситуации, например, путем регулирования подачи на забой и существенно повысить достоверность прогнозирования остаточного ресурса зубчатых передач.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Трифанов, М. Г. Оценка нагруженности приводов проходческо-очистных комбайнов «Урал-20Р» для выбора технически обоснованных режимов работы в реальных условиях эксплуатации: Диссертация на соиск. уч. ст. к.т.н. / М. Г. Трифанов. – Пермь, 2018. – 164 с.
2. Палев, П. П. Нагруженность и усталостная долговечность привода исполнительного органа горнопроходческого комбайна. Диссертация на соиск. уч. ст. д.т.н.: 05.05.06 Горные машины / П. П. Палев. – Караганда, 1982. – 423 с.
3. Ещин, Е. К. Теория предельных режимов работы горных машин / Е. К. Ещин. – Томск : Изд-во Томск. ун-та, 1995. – 232 с.
4. Афанасьев, А. И. Совершенствование трансмиссии горных машин как средство повышения их надежности: автореф. дис.... докт. техн. наук.: 05.05.06 / А. И. Афанасьев. – Екатеринбург, 1996. – 43 с.
5. Иванов, С. Л. Повышение ресурса трансмиссий горных машин на основе оценки энергонагруженности их элементов / С. Л. Иванов. – СПб. : Изд-во Санкт-Петербург. горного ин-та, 1999. – 92 с.

УДК 621.793

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ОКСИДОВ В УСЛОВИЯХ ГИДРОАБРАЗИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Ялковский Н. С.

Брестский государственный технический университет;
г. Брест, Республика Беларусь

Интенсивному гидроабразивному износу подвергается оборудование в энергетической, абразивной, цементной, металлургической промышленности и других отраслях, связанных с дроблением, измельчением, резкой и транспортировкой сырья и материалов.

Перспективным методом повышения долговечности оборудования, работающего в условиях гидроабразивного износа, является формирование на изнашиваемых поверхностях различного рода защитных покрытий, в том числе газотермических покрытий из керамических материалов.

Не смотря на достаточно широкое применение, особенности гидроабразивного изнашивания покрытий данного типа еще недостаточно изучены.

В данной работе исследовались свойства плазменного покрытия из механической смеси оксидов алюминия Al_2O_3 и титана TiO_2 . Рассматривались покрытия с 2, 8, 14 и 20 % оксида титана в составе.

Покрытие формировалось из порошков зернистостью 40 мкм на установке плазменного напыления швейцарской фирмы “Плазма-Техник АГ”. В качестве плазмообразующего газа использовался азот.

Напыление производилось на образцы, выполненные из стали 40, имеющие форму диска с размерами: диаметр – 50 мм, высота – 10 мм.

Для увеличения прочности сцепления напыляемого покрытия с поверхностью образца использовался подслоя из алюминид никеля (NiAl) толщиной 0,1 мм. Перед напылением поверхность образца подвергалась дробеструйной обработке.

Толщина защитного покрытия составляла 0,4 мм, его микротвердость 11000 МПа.