

**ОЦЕНКА НАГРУЖЕННОСТИ ПРИВОДОВ
ПРОХОДЧЕСКО-ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ «УРАЛ-20Р»
В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Шишлянников Д.И., Трифанов М.Г.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Представлены результаты экспериментальных исследований величины и характера изменения нагрузок приводов исполнительных органов комбайнов «Урал-20Р» в реальных условиях эксплуатации, полученные с использованием переносного программно-регистрирующего комплекса «ВАТУР». Замеры проводились при работе комбайна глухим забоем и в режиме подрубки пласта.

Горные предприятия, осуществляющие добычу калийных солей подземным способом, используют механизированные комбайновые комплексы и камерную систему разработки. На рудниках России широко применяются проходческо-очистные комбайны марки «Урал-20Р», производства АО «Копейский машиностроительный завод» [1].

Современные модификации комбайнов «Урал-20Р» оснащены системами визуализации и регистрации параметров работы, однако оценка степени нагруженности приводов комбайна и регулирование скорости его подачи, возложены на машиниста.

Объективная оценка нагруженности приводов комбайна позволяет обосновать рациональные параметры работы исполнительных органов, снизить удельные энергозатраты разрушения, улучшить гранулометрический состав отделяемой от забоя руды, а также оценить эффективность использования выемочных машин.

Комбайны марки «Урал-20» выпускаются уже более 40 лет. За это время конструктивной доработке подвергались исполнительные органы комбайна, увеличивалась энерговооруженность и производительность выемочной машины [2]. В современной модификации комбайна «Урал-20Р-11/12», площадь поперечного сечения выработки составляет 15,5 квадратных метров, техническая производительность – 8 т/мин, установленная мощность электродвигателей 710 кВт.

С целью определения величин и характеров изменения нагрузок, действующих на приводы исполнительных органов

комбайна «Урал-20Р» в реальных условиях эксплуатации, выполнены экспериментальные исследования.

Для проведения исследований сотрудниками кафедры «Горная электромеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета разработан и изготовлен специализированный программно-регистрирующий комплекс «ВАТУР» (рис. 1), предназначенный для регистрации значений напряжений, токов, активных мощностей, потребляемых приводными двигателями комбайна, а также линейного перемещения выемочной машины [3].

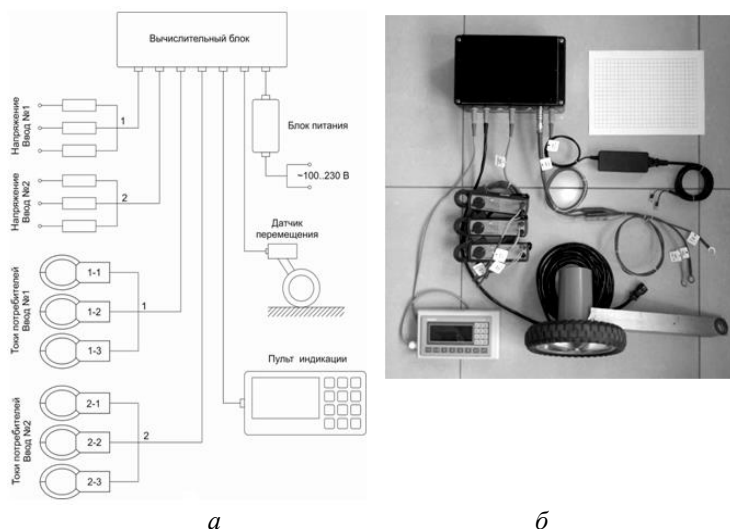


Рис. 1 – Программно-регистрирующий комплекс «ВАТУР»: а – структурная схема; б – общий вид

В состав комплекса входят: вычислительный блок, блок питания, делители напряжений, датчики тока и датчик перемещения.

Исследовательские испытания комбайнов «Урал-20Р» проводились в условиях рудников Верхнекамского калийного месторождения. В ходе испытаний определены фактические значения нагрузок на приводах исполнительных органов комбайнов, при выполнении основных технологических операций – проходки камер сплошным и неполным сечением.

Работа комбайна в глухом забое с обработкой массива сплошным сечением характеризуется периодически изменяющейся нагрузкой на приводы планетарного исполнительного органа: режущих дисков и переносного вращения (рис. 2).

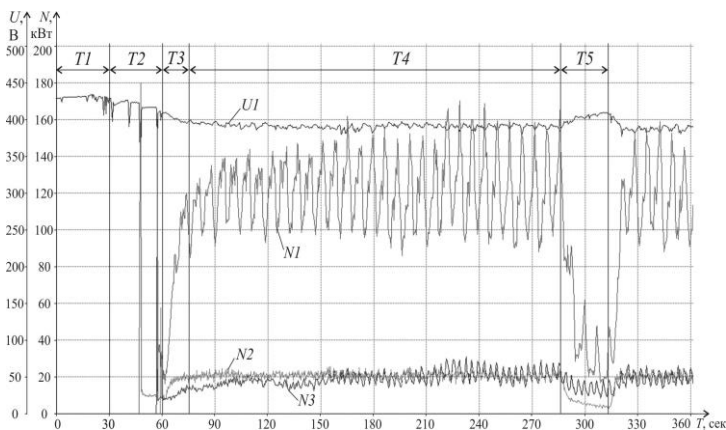


Рис. 2 – Изменение энергетических параметров работы приводов комбайна «Урал-20Р»:

$U1$ – фазное напряжение на вводе, В; $N1$ – активная мощность привода режущих дисков, кВт;

$N2$ – активная мощность привода отбойного устройства, кВт;

$N3$ – активная мощность привода переносного движения, кВт;

$T1$ – длительность отключенного состояния электродвигателей комбайна, с; $T2$ – длительность запуска двигателей, с;

$T3$ – длительность зарубки, с;

$T4$ – длительность работы в установившемся режиме, с;

$T5$ – длительность холостого хода, с

Частота колебаний соответствует двойной оборотной частоте водила, вариативность нагрузок составляет не более 15 процентов от средних значений.

Нагрузка на бермовый орган меняется с высокой скоростью в широком диапазоне значений. При высоких значениях скорости подачи пики графика находятся в зоне перегрузки электродвигателей.

По результатам испытаний определены средние значения активных мощностей приводов исполнительных органов комбайна при его работе с различными скоростями подачи. Так, при скоро-

сти подачи 0,14 м/мин, средняя нагрузка приводов резовых дисков составила 73 % от номинального значения, для бермовых фрез – 90%, для двигателей отбойного устройства, переносного вращения и конвейера – 44 %, 26 % и 51 % соответственно.

С увеличением скорости подачи средние значения активных мощностей приводов основных исполнительных органов увеличивается, вследствие увеличения нагрузки на резах и увеличения объема транспортируемой отбитой руды (рис. 3). Коэффициенты вариации значений активных мощностей, характеризующие динамические составляющие нагрузок, также увеличиваются с увеличением скорости подачи.

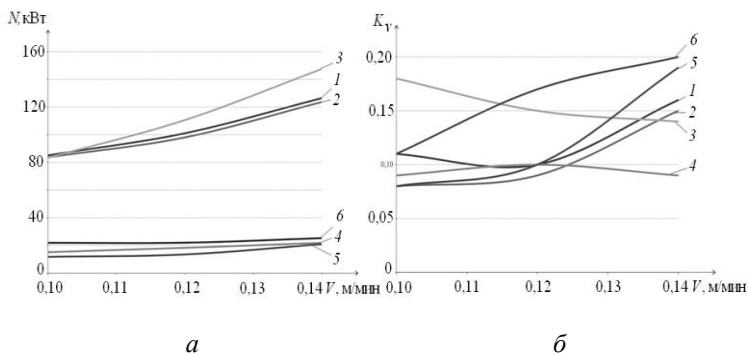


Рис. 3 – Изменение средних значений (*а*) и коэффициентов вариации (*б*) активных мощностей приводов комбайна «Урал-20Р» от скорости подачи:

- 1, 2 – двигатели относительного вращения резовых дисков;
- 3 – двигатели бермовых исполнительных органов;
- 4 – двигатель отбойного устройства;
- 5 – двигатель переносного вращения резовых дисков;
- 6 – двигатели конвейера

Наиболее интенсивно нагрузка возрастает на приводах бермовых исполнительных органов. При высоких скоростях подачи шнековые грузчики комбайна заштыбовываются, что обуславливает возникновение постоянных сверхнормативных нагрузок.

Обработка пластов мощностью 4 метра и более, ведется по технологии двухслойной обработки камер. При обработке камер

вторым ходом работа комбайна осуществляется неполным сечением забоя.

При такой работе характер нагруженности приводов меняется. Наличие на траектории движения дисков свободных от массива участков, приводит к увеличению динамических составляющих нагрузок в переходных режимах, дважды возникающих на каждом обороте переносного движения. Производительность комбайна сокращается кратно уменьшению площади поперечного сечения забоя. Это обстоятельство склоняет персонал к работе с увеличенной скоростью подачи, что также отражается на нагрузках [4].

При работе комбайна неполным сечением значения активной мощности приводов планетарного органа изменяется во всем диапазоне значений, от холостого хода до номинала, на каждой итерации колебаний. Активная мощность приводов бермового органа имеет высокий уровень среднего значения и вариативность более 20 процентов. В сравнении с работой комбайна сплошным сечением, размах колебаний нагрузок увеличился более чем в два раза. Увеличение амплитуды и скорости нарастания нагрузок снижают усталостную долговечность механических передач приводов комбайна (Таблица 1).

Таблица 1 – Результаты расчетов средних значений активных мощностей двигателей исполнительных органов, при обработке забоя неполным сечением со скоростью подачи $V_n=0,40$ м/мин

Обследуемые двигатели	Среднее значение активной мощности N , кВт	Значение коэффициента вариации K_v
Относительное вращение 1	97,17	0,39
Относительное вращение 2	104,70	0,44
Бермовый орган	169,73	0,20
Переносное вращение	36,20	0,21

На основании информации, полученной путем проведения замеров активных мощностей двигателей комбайнов «Урал-20Р», при работе в различных условиях эксплуатации, определены фактические значения удельных энергозатрат процесса

разрушения калийного массива. Минимальные значения удельных энергозатрат обеспечиваются при работе комбайна полным забоем со скоростью подачи, определяющей работу приводов исполнительных органов с загрузкой, близкой к номинальной. При работе комбайна на подружке пласта с высокой скоростью подачи, удельные энергозатраты принимают большие значения, вследствие неравномерной и неполной загрузки основных исполнительных органов комбайна и снижения его производительности (Таблица 2).

Таблица 2 – Удельные энергозатраты процесса добычи калийной руды при работе комбайна «Урал-20Р» в различных условиях

Работа комбайна в ходе замера	Площадь сечения забоя, м ²	Производительность, т/мин	Угол падения выработки, град	Удельные затраты эл. энергии кВт·ч/т
Работа глухим забоем, пройдено за замер 10,46 м	15,5	5,9	-2	1,33
Работа вторым ходом (подрубка пласта), пройдено за замер 13,80 м	6,2	3,4	+1	1,78
Работа глухим забоем, пройдено за замер 11,13 м	15,5	4,5	-5	1,49

На основе данных о работе приводов исполнительных органов могут быть определены составляющие времени эксплуатации комбайна в целом: длительности его производительной работы, вспомогательных операций, отключенного состояния (см. рис. 2). Так, по фактическим данным, полученным путем непрерывной регистрации нагрузок приводов исполнительных органов комбайна «Урал-20Р» в течение 26 суток определены слагаемые общего времени эксплуатации добычной машины. Периоды производительной работы соотнесены с общим временем эксплуатации комбайна, в результате определены коэффициенты производительной работы за каждые рассмотренные сутки. Зна-

чения приведены на диаграмме (рис. 4) и находятся в диапазоне от 0,1 до 0,4. В среднем за рассмотренный период значение коэффициента производительной работы составило 0,29.

По значению коэффициента производительной работы оценивается уровень организации работ. Уменьшение значения коэффициента характеризует увеличение времени выполнения вспомогательных операций и длительности технологических перерывов, что свидетельствует о снижении уровня организации добычных работ в очистной камере.

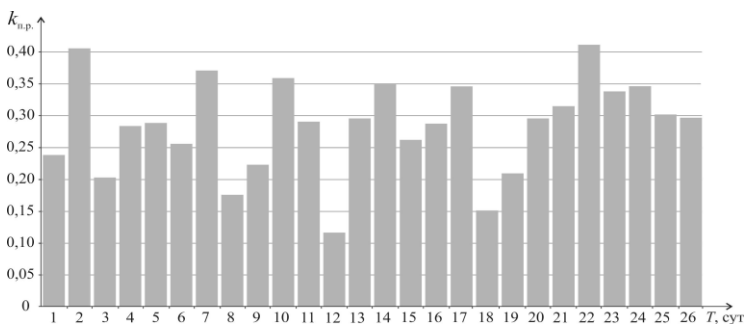


Рис. 4 – Изменение значений коэффициента производительной работы комбайна «Урал-20Р» в очистной камере

На основе данных непрерывного контроля нагруженности приводов проходческо-очистных комбайнов возможно осуществлять объективную оценку эффективности использования выемочных машин калийных рудников, корректировать режимы их работы и выявлять тенденции, негативно влияющие на производительность и надежность комбайнов в реальных условиях эксплуатации.

Библиографический список

1. Красников, Ю.Д. Анализ теоретической производительности очистного комбайна при добыче сильвинита / Ю.Д. Красников, Т.П. Щерба // Горное оборудование и электромеханика. – 2011. – № 8. – С. 34–37.
2. Пинский, В.Л. Развитие техники и технологии добычи калийных руд в России/ В.Л. Пинский // Известия вузов. Горный журнал. – 2007. – №8. – С. 13–17.
3. Чекмасов, Н.В. Оценка эффективности процесса разрушения калийного массива резцами исполнительных органов комбай-

нов «Урал-20Р» / Н.В. Чекмасов, Д.И. Шишлянников, М.Г. Трифанов // Известия вузов. Горный журнал. – 2013. – № 6. – С. 103–107.

4. Шишлянников, Д.И. Выбор технически обоснованных режимов работы комбайнов «Урал» на основе оценки нагруженности их приводов в реальных условиях эксплуатации / Д.И. Шишлянников, М.Г. Трифанов, Н.В. Чекмасов, С.Л. Иванов // Горное оборудование и электромеханика. – 2017. – № 7. – С. 3–8.

УДК. 621.313.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН

**Эшмуродов З.О., Арзиев Э.И., Исмоилов М.Т.,
Махмудов Г.Б., Саидова Ф.А.**

Навоийский государственный горный институт

В статье проанализированы режимы работы электроприводов подъемно транспортных машин. Проведенный анализ систем управления электроприводами действующего шахтные подъемные машины горнорудных комплексов показал что, одним из основных путей повышения энергоэффективности шахтных подъемных машин является целесообразность применение системой автоматизированного управления шахтной подъемной машиной построенной на базе современных программируемых логических контроллеров.

Электрооборудование подъемно транспортных машин (ПТМ) работает в сложных условиях, связанных с запыленностью воздуха, вибрациями, в ряде случаев с высокой температурой и повышенной влажностью. Режим работы систем электропривода интенсивный повторно - кратковременный с частыми пусками, реверсами и торможениями. В настоящее время во многих шахтах горнорудных комплексов применяются системы электропривода, выполненные на базе асинхронного двигателя с фазным ротором (АД ФР).

Проведенный анализ действующего электрооборудования горнорудных комплексов показал довольно широкое применение асинхронных двигателей с фазным ротором (АДФР) для мощных (более 300 кВт) механизмов с тяжелыми условиями пуска (ЭП подъемно-транспортных механизмов, ЭП конвейеров и пр.). На сегодняшний день управление производственным про-