

Список літератури

1. Балон Л.В., Браташ В.А., Бичун М.Л. “Электроподвижной состав промышленного транспорта” Москва “Транспорт” 1987.
2. Браташ В.А., Бичун М.Л., Володарский В.А., Жолобов Л.Ф., Карленко И.В., Потапов В.С. “Электровозы и тяговые агрегаты промышленного транспорта” Москва “Транспорт” 1977.
3. Бессонов Л.А. “Теоретические основы электротехники” Электрические цепи. 10-е издание – М. Гардарики 2000-638с.
4. Костин Н.А., д.т.н., проф., Саблин О.И. “Коэффициент мощности электроподвижного состава переменного тока” – Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна. Украина, 49010, Днепропетровск, ул. ак. В. Лазаряна, 2, ДИИТ, каф. “Теоретические основы электротехники”
5. Белых Б.П., Щуцкий В.И., Заславец Б.И., Чеботаев Н.И. “Электропривод и электрификация открытых горных работ” - Москва “Недра” 1983.
6. Широченко, Н.Н. В.А. Татарников, З.Г. Бибинишвили “Улучшение энергетики электровозов переменного тока” Железнодорожный транспорт. – 1988. – №7. С. 33-36.
7. Кучумов, В.А. “Электромагнитные процессы в однофазном компенсированном преобразователе электровоза” Вестник ВНИИЖТ. – 1988. – №4. – С. 19-23.
8. Мамошин Р. Р. “Энергетика системы переменного тока”, Железнодорожный транспорт – 1987. - №9 – с 69-70.
9. Кулинич Ю.М., Духовников В.К. “Повышение энергетической эффективности пассивного компенсатора электровоза переменного тока” Журнал «Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета»
10. А.С. №2467893. “Устройство для компенсации реактивной мощности электроподвижного состава” Авторы изобретения Ю.М. Кулинич, В.К. Духовников. – Дата публикации 27.11.2012 г., МКИ 7 В60L 9/00, Бюл. №33.

Рукопис подано до редакції 21.03.16

УДК 621.316

И.И. ПЕРЕСУНЬКО, аспирант, Криворожский национальный университет

УВЕЛИЧЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ УЧАСТКОВЫХ СЕТЕЙ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЙ ДЛЯ САМОХОДНОЙ ТЕХНИКИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ШАХТ

В статье рассказывается про преимущества повышения напряжения до 660В внутришахтных участковых сетей для применения новой высокопроизводимой самоходной техники. Цель работы показать, что существует проблема качества электроэнергии на шахтах что ведет к снижению энергооборуженности предприятия. И предложено решение проблемы осуществить переход на более высокий уровень напряжения распределительных сетей. Повышение напряжения, как правило, улучшает технико-экономические показатели системы электроснабжения предприятия, одновременно улучшается и качество электроэнергии у потребителей.

Ключевые слова: увеличение напряжения, качество электроэнергии, технико-экономическая оценка

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Основным решением проблемы электроснабжения горных предприятий является соблюдение безопасности, обеспечения оптимальной надежности в схемах, обеспечение электроприемников (ЭП) необходимым качеством питающего напряжения во всех режимах работы старого и нового горнотранспортного оборудования и, кроме того, утвержденная система электроснабжения должна быть экономически наиболее выгодна.

Наиболее эффективным решением проблемы является повышение качества напряжения для старого и нового горнотранспортного оборудования. Требуется осуществить переход на более высокий уровень напряжения распределительных сетей. Повышение напряжения, как правило, улучшает технико-экономические показатели системы электроснабжения предприятия, одновременно улучшается и качество электроэнергии у потребителей.

Анализ исследований и публикаций. В литературе обсуждаются различные способы повышения качества питающего напряжения при основных показателях электроэнергии [1,2,6].

Были предложены различные решения по надежности электроснабжения в значительной степени зависят от качества электроэнергии ЭП [5,6].

В данной работе решаются вопросы оценки и улучшения показателей качества электроэнергии как при эксплуатации, так и на стадии проектирования систем электроснабжения горизонтов железорудных шахт.

Цель исследований. Возможность передачи большей мощности и лучшего качества напряжения по кабельным линиям меньшего сечения и снижении потерь электроэнергии при переходе на перспективные уровни напряжения для нового электрооборудования железорудных шахт.

Изложение материала и результаты. Высокие потери и разубоживание руды объясняются ухудшением горно-геологических условий разработки и применением устаревшей технологии очистной выемки полезного ископаемого, основанной на переносной горной технике [3].

Главным недостатком существующей технологии является применение устаревшей буровой и доставочной техники (станков НКР-100М и скреперных установок 30ЛС-2С и 55ЛС-2С), которые в условиях высокого горного давления не обеспечивают интенсивную обработку блоков [3].

Зарубежный опыт подземной разработки месторождений полезных ископаемых свидетельствует, что существенное повышение интенсивности очистной выемки, снижение потери и разубоживание руды невозможно без применения самоходной техники [3].

В настоящее время на очистных работах подземного Кривбасса самоходная техника практически не применяется [3].

Большое количество самоходной техники применяет электрический привод, который с помощью кабельных линий подсоединен к подземным подстанциям. Применяемая устаревшая буровая и доставочная техника использует напряжение 380 В которое в полной мере исчерпало себе по всем показателям, главным из которых является качество электрической энергии.

Повышения номинального напряжения, как одного из основных направлений улучшения показателей качества электроэнергии в подземной сети и повышения эффективности электропотребления на шахте [1]:

передачи необходимой мощности по гибким кабельным линиям ограниченного сечения основных жил;

обеспечения необходимых моментных характеристик электродвигателей в режимах перегрузки и пуска;

конструирования высоконадежных аппаратов защиты и коммутации.

Выбор соответствующего уровня напряжения может в полном объеме и на длительный срок решить задачу качественного электроснабжения внутришахтных потребителей таких как новая самоходная техника с учетом перспективы роста мощности их электропривод.

Этот путь в настоящее время является наиболее реальным и технически осуществимым [1].

Для совершенствования энергоснабжения забойной техники в внутришахтных сетях необходимо рассмотреть внедрение напряжения 660В, обеспечивающее значительный экономический эффект.

Так как применение напряжения 660В вместо 380В позволит значительно сократить потери электроэнергии, уменьшить номинальные токи и токи к.з. в 1,73 раза, экономить кабельную продукцию [8].

Повышение номинального напряжения как одного из основных направлений улучшения показателей качества электроэнергии в подземной сети и повышение эффективности электропотребления на шахте, обусловленными техническими трудностями и ограничениями:

передача необходимой мощности по гибким кабельным линиям ограниченного сечения основных жил (рис. 1);

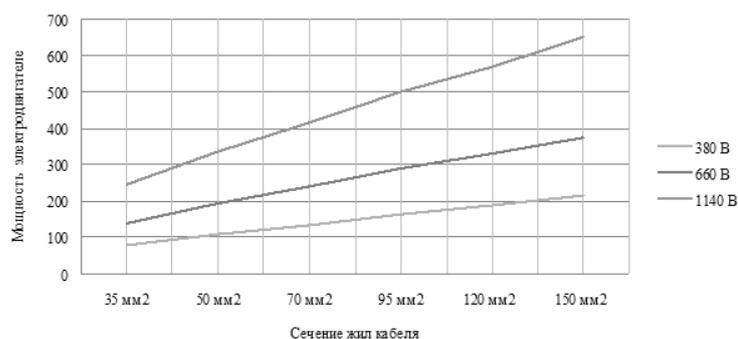


Рис. 1. Максимальная мощность электродвигателей при присоединенных разных сечениях основных жил кабеля питания

обеспечения необходимых моментных характеристик электродвигателей в режимах перегрузки и пуска, определяющих их устойчивую мощность и нормальные пусковые условия, которые в шахтной сети сопровождаются большими потерями напряжения (рис. 2).

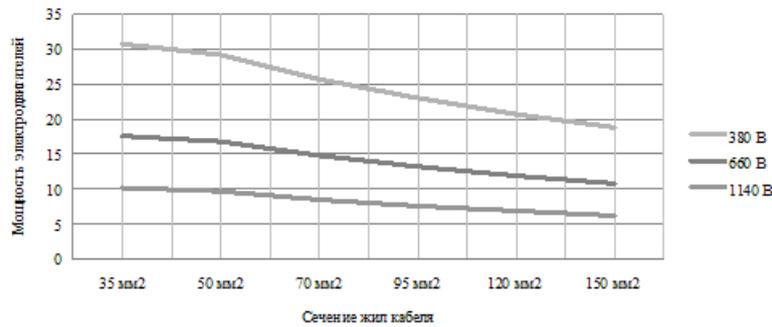


Рис. 2. Относительное значение потери электроэнергии в кабеле длиной 1 км при передаче мощности P_{\max} с различными сечениями основной жилы кабеля питания

Большое количество зарубежной самоходной технике используется электрический привод с суммарными мощностями 100-600 кВт и уровнями питающего напряжения 660 В и 1000 В.

Повышение уровня напряжения подземных подстанций для отечественных железорудных шахт может в полном объеме и на длительный срок решить задачу качественного электроснабжения внутришахтных потребителей с учетом перевооружением отрасли с использованием зарубежной самоходной техники и перспективы роста мощности их электроприводов. Этот путь в настоящее время является наиболее реальным и технически осуществимым[1].

Определение оптимального напряжения шахтных участков сетей, питающих мощную самоходную технику, производится путем технико-экономического сравнения вариантов сети при номинальных напряжениях 0,38, 0,66 и 1 кВ.

Сравнительная технико-экономическая оценка вариантов электроснабжения при разных напряжениях производится путем сопоставления как экономических (стоимостных) параметров, так и технических (качественных) показателей, не имеющих стоимостного выражения[1].

Качественные показатели варианта являются лучшими, если:

при работе в электросети возникают меньшие колебания напряжения;

уменьшаются потери мощности и энергии;

создаются более благоприятные условия для монтажа и эксплуатации сетей и оборудования;

сокращается расход цветных металлов;

имеется возможность без значительных затрат осуществить реконструкцию сети (увеличить передаваемую мощность, длину кабелей и т.п.).

Хорошее качество электроэнергии определяется стабильностью частоты и напряжения на зажимах потребителей. Если стабильность частоты должна обеспечиваться энергосистемой, то стабильность напряжения на зажимах потребителей в значительной степени зависит от правильного проектирования и эксплуатации электроустановок. Основой правильного решения вопросов электроснабжения, включая расчет сетей горного предприятия, должно быть обеспечение ЭП напряжением необходимого качества во всех режимах работы двигателей[1].

Одним из важнейших технико-экономическим параметром любого производства является производительность оборудования - p , которая для конкретного участка отрасли в момент времени - τ определяется используемым уровнем питающего напряжения $u_{i,j}$, принятой технологией $t_{i,j}$ и текущими значениями электротехнических параметров $et_{i,j}$

$$p_{i,j}(\tau) = p(u_{i,j}(\tau), t_{i,j}(\tau), et_{i,j}(\tau)), \quad (1)$$

Интерес, естественно, представляет максимально возможный достижимый уровень производительности оборудования. Экономически целесообразный уровень питающего напряжения сам по себе не обеспечивает максимум производительности оборудования. Такой уровень производительности может быть достигнут за счет выбора и применения соответствующих уровней значений технологических и электротехнических параметров систем железорудных участков.

При обозначениях, введенных выше, постановка задачи настоящей работы выглядит следующим образом.

Требуется определить экономически целесообразный уровень питающего напряжения - u_m^* , при котором обеспечиваются совокупные минимальные затраты (2,9) при существующих значениях технологических параметров, применяемых для каждого рассматриваемого участка железорудной отрасли

$$\begin{aligned} u_{i,j}^* &= \arg(\min(z_{i,j}(U, T)) \\ u_{i,j}^* &\in U \\ i &= \overline{1, U_m}; j = \overline{1, U_y} \end{aligned} \quad (2)$$

где $z_{i,j}(U, T)$ - стоимость соответствующего оборудования и материалов, а также затраты на монтаж и внедрение этого оборудования; для выбранного уровня напряжения - u_m^* - определить необходимые значения электротехнических и технологических параметров, обеспечивающих максимально возможную производительность

$$\begin{aligned} et_{i,j}^*, t_{i,j}^* &= \arg(\max(p_{i,j}(u_{i,j}^*, T, ET)), \\ et_{i,j}^* &\in ET; t_{i,j}^* \in T \end{aligned} \quad (3)$$

Повышенное напряжение подземных подстанций (660В) при больших расстояниях от источника питания до электропривода позволяет снизить потери мощности и электроэнергии. Напряжение 660В целесообразно также на предприятиях с высокой удельной плотностью электрических нагрузок на квадратный метр площади, концентрацией мощностей и с большим числом электродвигателей в диапазоне мощностей 220-600 кВт. При напряжении 660В увеличивается радиус действия подземных подстанций примерно в 2 раза по сравнению с подстанциями на 380В. Кроме того, появляется возможность повысить единичную мощность трансформаторов и, тем самым, сократить число подземных подстанций, линий и аппаратов напряжением выше 1 кВ. Одновременно снижается примерно в 2 раза расход цветных металлов. Стоимость электродвигателей и трансформаторов одной и той же мощности при напряжении 380/220В и 660/380В практически одинакова, в то время как пропускная способность сети 660/380В увеличивается в 1,73 раз [8].

Как следует из рис. 1,2, при повышении уровня номинального напряжения в шахтной участковой сети пропорционально увеличивается передаваемая по кабелю мощность при одновременном уменьшении относительного значения потери напряжения в питающем кабеле.

При этом устойчивый момент двигателя привода исполнительных органов в сети с номинальным напряжением выше 380 В увеличится на 10-20 % по сравнению с их питанием от сети напряжением 380 В.

Только при напряжении более 380 В, особенно при увеличении длины забойной выработки до 200-300 м в перспективе, можно передать к двигателям суммарную мощность 250-400 кВт энергию с требуемыми показателями качества при сечении основных жил питающих кабелей не более 50-150 мм².

Выводы и направления дальнейших исследований. Таким образом, предлагаемый перевод электроснабжения участков железорудных шахт на более высокое напряжение позволил не только значительно повысить эффективность использования существовавших транспортного и проходческого оборудования, но и создать новые, более производительные образцы.

Кроме того, перевод участковых электросетей шахт на повышенное напряжение обеспечило экономию тысяч тонн меди за счет уменьшения сечения силовых кабелей и токоведущих частей коммутационных аппаратов.

Обобщая вышесказанное, можно констатировать, что перспективный уровень напряжения шахтных участковых сетей, питающих мощные погрузочных и бурильных машины, а также другое разнообразное шахтное оборудование должен быть очевидно повышен и при этом опираться на следующие возможные значения: 660 В.

Список літератури

1. **Беляк В.Л., Плащанский Л.А.** Увеличение напряжения участковых сетей как способ повышения эффективности использования горных машин в высоконагруженных забоях угольных шахт М.: Горный информационно-аналитический бюллетень МГГУ - 2007 - № 9 - С. 286-290.
2. **Железко, Ю.С.** Качество электроэнергии в сетях и электромагнитная совместимость оборудования / Ю.С. Железко // Электротехника. 1989. — №10 -с. 73-77.
3. **Ступник Н.И., Кудрявцев М.И., Басов А.М.** Пути совершенствования технологии подземной разработки богатых железных руд Кривбасса. Вісник КТУ, вип. 26, 2010.
4. **Кронгауз, Д.Э.** Повышение качества электроэнергии в городских распределительных сетях посредством управления режимами реактивной мощности / Д.Э. Кронгауз // Промышленная энергетика. 2010. - № 10. - С. 39 - 43 .
5. **Плащанский Л.А.** Основы электроснабжения горных предприятий М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2006 г. — 499 с: ил. : Учебник для вузов. — 2-е изд., исправ.
6. **Плащанский Л.А., Беляк В.Л.** Анализ технологических схем с целью рационального электроснабжения участков угольных шахт при напряжении 3 (3,3) кВ// М.: Горный информационно-аналитический бюллетень МГГУ - 2007 - № 6 - С. 238-241
7. **Волотковский С.А., Разумный Ю.Т., Пивняк Г.Г. и др.** Электроснабжение угольных шахт. М., Недра, 1984, 376с.
8. **Смирнов А.Г.** Рекомендации по проектированию силового электрооборудования напряжением до 1000 в переменного тока промышленных предприятий. Москва 1989 г.
9. **Нефедова, Н.В.** Улучшение качества напряжения в подземных распределительных сетях 6 кВ калийных рудников установками продольной компенсации потерь напряжения / Н.В. Нефедова и др. // М.: Энергетика. 1979. - 324 с.

Рукопись подана в редакцию 24.04.16

УДК 622.646:621.86.067.2:62.83

Д.В. БАТРАКОВ, асистент, Криворізький національний університет

АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РОБОТИ ВІБРАЦІЙНОЇ ТРАНСПОРТУЮЧОЇ МАШИНИ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИПУСКУ РУДИ

Проведений аналіз можливих режимів роботи вібраційної транспортуючої машини при використанні регульованого електропривода з метою підвищення ефективності процесу випуску руди. Математично розглянуто процес руху одиначної частинки по вібраційному органу для гармонійних коливань. Описані режими роботи для відповідних значень частоти коливань та амплітуди. Встановлено, що отриманий коефіцієнт режиму роботи вібротранспортної установки характеризує різні режими руху матеріалу: без відриву, з відривом та з відривом і без відриву матеріалу від вантажонесучого органу. Проведене математичне моделювання характеристики ефективності режиму роботи на прикладі одномасної вібраційної машини з інерційним приводом при зміні частоти обертання шляхом використання регульованого електропривода для номінальних параметрів. Встановлені значення коефіцієнту режиму роботи, частоти та амплітуди, які відповідають найбільш ефективним режимам вібротранспортування з точки зору досягнення максимальної швидкості транспортування руди.

Ключові слова: вібрації, вібротранспортування, ефективність, частотні характеристики, електропривод

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Розробка покладів корисних копалин пов'язана з переходом на значні глибини, що різко позначається на трудомісткості процесу, збільшення собівартості руди і пред'являє підвищені вимоги до інтенсифікації, концентрації та підвищення ефективності робіт з випуску гірничої маси. Випуск руди в умовах залізрудних шахт криворізького басейна здійснюється одномасними вібромашинами з інерційним приводом типу 1АШЛ, ЛШВ-3,35, ВДПУ-4ТМ, ПВУ, які в недостатній мірі приведені у відповідність з конкретними гірськими умовами, що знижує ефективність їх застосування [1-2]. Електропривод вібраційних установок є нерегульованим, внаслідок чого відсутня можливість регулювання параметрами роботи та адаптації обладнання до гірничих умов. Таким чином, підвищення ефективності роботи віброживильників і їх електроприводу є актуальною науково-практичною задачею.

Одним з основних завдань сучасної теорії і практики вібраційного транспортування руди є оптимізація режимів руху матеріалу по віброуючій поверхні. Оскільки одним з найважливіших показників роботи вібротранспортуючої машини (ВТМ) є її продуктивність, що визначається