

## СЕТИ ОГРАНИЧЕННОЙ МОЩНОСТИ

Шумяцкий В.М., доц., канд. техн. наук,

Мезников Д.А., магистрант,

Донецкий национальный технический университет

*Рассмотрено и исследовано влияние падения напряжения в сети ограниченной мощности. Приведены исследования характеристик асинхронного привода в сети ограниченной мощности.*

*It is considered and researched the influence of a drop in tension in a network of the limited capacity. Characteristics of an asynchronous motor in a network of the limited capacity are investigated.*

### **Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.**

Поскольку основными элементами механизированных очистных комплексов является комбайн и лавный конвейер, необходимо ориентироваться на использование мощных электродвигателей. Очистные комбайны оснащены электродвигателями с водяным охлаждением типа ЭКВ мощностью 90; 160; 180; 200; 250; 355 кВт. В свою очередь, рост энерговооруженности и производительности комбайнов и комплексов требует соответствующего увеличения энерговооруженности забойного конвейера, превышающей производительность добычного механизма [1].

Электроснабжение угольных комплексов осуществляется кабельными линиями с медными жилами. Чтобы обеспечить работоспособность электродвигателей и снизить потери электроэнергии увеличивают сечение кабелей.

Наиболее эффективная мера разрешения проблемы – повышение напряжения в шахтной сети. В электроснабжении добычных участков с комбайнами применено напряжение 660 В, 1140 В.

**Анализ исследований и публикаций.** В работе [2] описана проблема все большего несоответствия между мощностью привода и существующими системами электроснабжения с постоянным увеличением мощности, ростом нагрузок на забой.

В сетях напряжением 660 В напряжение  $0,75U_{ном}$  и ниже встречается в 20% случаев. Это означает, что 50% всех комбайновых двигателей находящихся в эксплуатации, могут обеспечивать только 56% своих паспортных данных.

Отклонение напряжения от номинального оказывает влияние на величину момента двигателя, что приводит к деформации статических механических характеристик. Это означает, что уменьшаются реальные значения пусковых и максимальных моментов двигателя.

Анализ показывает, что фактические пусковые моменты оставляют 60% номинальных у 32% электродвигателей в сетях 660 В, что означает недоиспользование технологических возможностей горных машин.

Из-за снижения пускового момента время разгона двигателя очистного комбайна под нагрузкой растет, что является одной из причин малого срока службы комбайновых двигателей.

Значительное снижение напряжения приводит к уменьшению средней устойчивой мощности двигателя, уменьшению средней скорости подачи, а следовательно и производительности очистного комбайна. Отклонение напряжения на 5% уменьшает производительность на 3–8%.

Возникшие проблемы решаются увеличением сечения кабельных линий, ростом мощности трансформаторной подстанции, использованием регулируемого привода, отдельным включением двигателей многодвигательного привода. Однако наиболее эффективный способ увеличения реального максимального момента электродвигателей – повышение напряжения [3]. Эффективность повышенного напряжения связана с сокращением потерь электроэнергии, уменьшением сечения жил кабеля, увеличением фактического вращающего момента электродвигателей.

Параметры сети, питающей комбайн, определяются в основном мощностью силовой трансформаторной подстанции, длиной и сечением силовых кабелей, а также номинальным напряжением. В сети напряжением 660 В использование электродвигателей большой мощности становится не эффективным, что приводит к увеличению числа и сечения кабелей. Поэтому для повышения энерговооруженности очистных комплексов рационально использовать сети напряжением 1140 В. Электродвигатели, подключенные к сети напряжением 1140 В развивают, максимальный вращающий момент на 15–30% (в зависимости от длины кабеля) превышает его значение при 660 В.

**Постановка задачи.** В данной статье рассматриваются характеристики асинхронного привода в зависимости влияния падения напряжения в сети ограниченной мощности.

**Изложение материала и результаты.** Для реализации модели сети ограниченной мощности необходимо учитывать влияние реальной сети питания, то есть учесть что, чем ниже реальное напряжение на зажимах двигателя, тем меньше реальные моменты двигателя по сравнению с паспортными. Согласно [4], упрощенная схема электропитания представлена на рисунке 1:

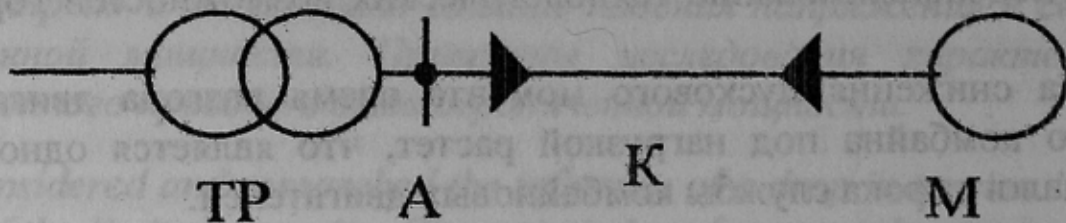


Рисунок 1 – Схема электропитания

ТР – участковый трансформатор;

А – шины участковой сети;

К – кабельная линия;

М – двигатель очистного комбайна

Схема замещения будет иметь вид, представленный на рисунке 2.

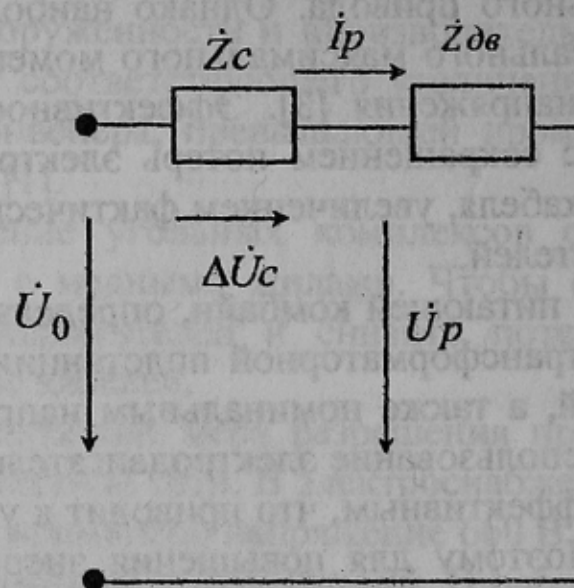


Рисунок 2 – Схема замещения

Отсюда реальное напряжение на зажимах электродвигателя будет:

$$U_p = I_p \cdot Z_{дв} = \frac{k \cdot U_{ном}}{1 + \frac{Z_c}{Z_{дв}}} \quad (1)$$

где  $I_p$  – реальный ток двигателя;

$Z_{дв}$  – полное сопротивление двигателя;

$k$  – коэффициент отклонения напряжения от номинального;

$U_{ном}$  – номинальное фазное напряжение;

$Z_c$  – полное сопротивление фазы сети приведенное к низшему напряжению.

Кабельная линия представляет собой цепь с последовательным соединением активного  $R_k$  и реактивного  $L_k$  сопротивления. Зная ток, протекающий в линии  $I_2$ , и длину кабеля, можно найти падение напряжения в такой линии:

$$\Delta U_{к.л.} = \frac{R_k \cdot l_k}{\frac{L_k}{R_k} p + 1} \cdot I_2 \quad (2)$$

Снижение напряжения на трансформаторе связано с падением напряжения на внутреннем сопротивлении в зависимости от тока, протекающего через вторичную обмотку, и внешней характеристикой  $U_2 = f(I_2)$ .

Выражение для определения внешней характеристики трансформатора имеет вид:

$$\Delta U_2 = \beta (U_{а.к.} \cdot \cos \varphi_2 + U_{р.к.} \cdot \sin \varphi_2), \quad (3)$$

где  $\beta$  – коэффициент нагрузки;

$U_{а.к.}$ ,  $U_{р.к.}$  – активная и реактивная составляющая напряжения короткого замыкания соответственно;

$\cos \varphi_2$  – косинус нагрузки, зависит от характера нагрузки.

Исходя из вышеизложенного модель сети ограниченной мощности в блоках Matlab может быть представлена в виде представленном на рисунке 3.

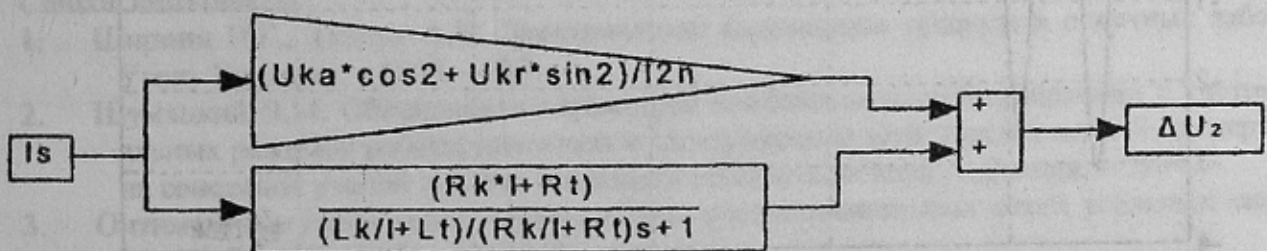


Рисунок 3 – Модель сети ограниченной мощности

Результаты исследований приведены на рисунках 4–6.

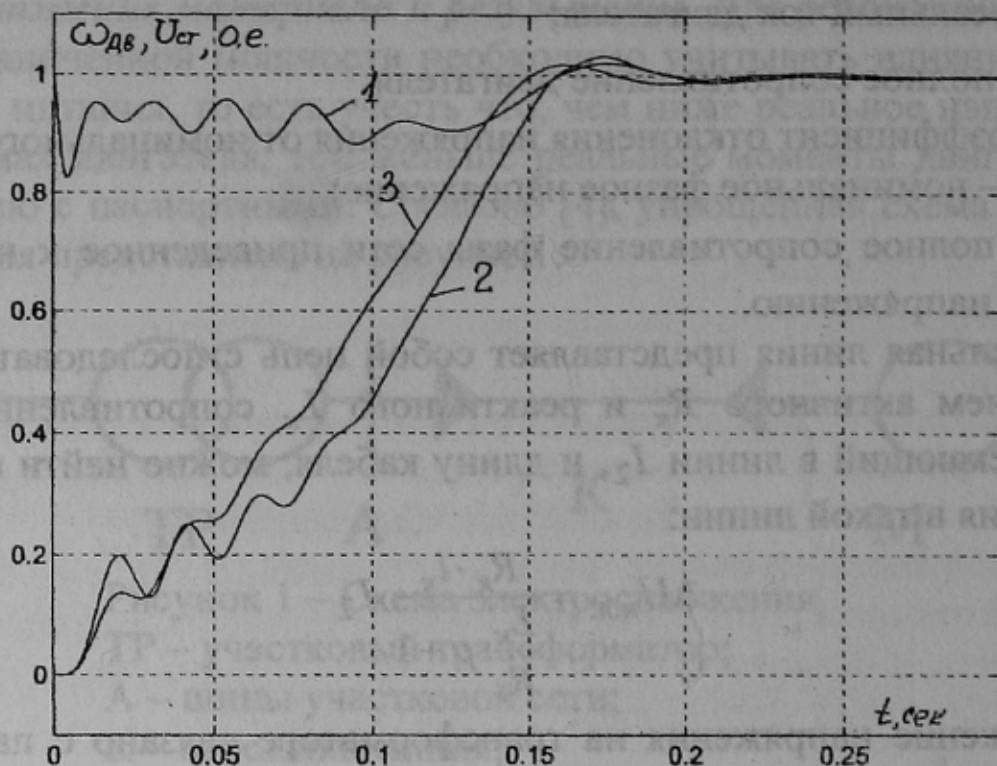


Рисунок 4 – Характеристика АД в сети ограниченной мощности:  
 1 – напряжение на зажимах АД; 2 – скорость АД;  
 3 – скорость АД без учета сети ограниченной мощности

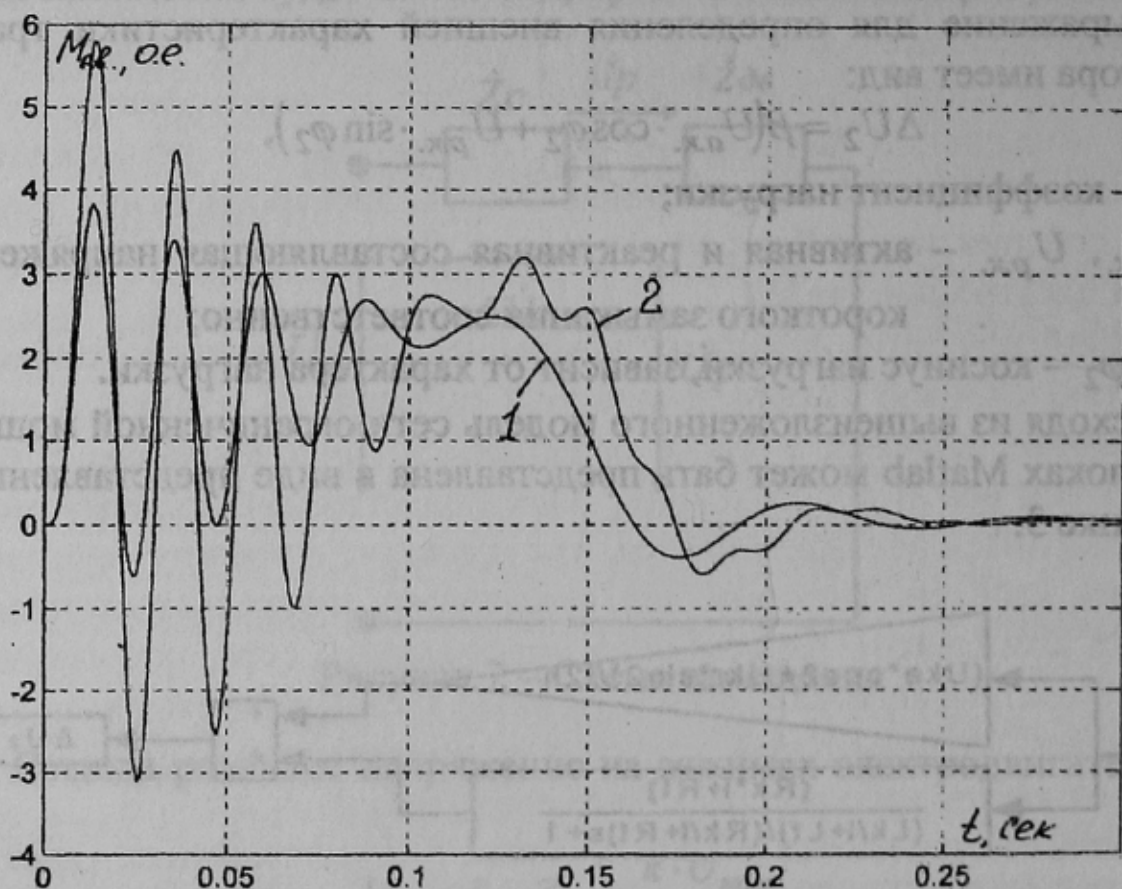


Рисунок 5 – Характеристика АД в сети ограниченной мощности:  
 1 – динамический момент;  
 2 – динамический момент без учета сети ограниченной мощности

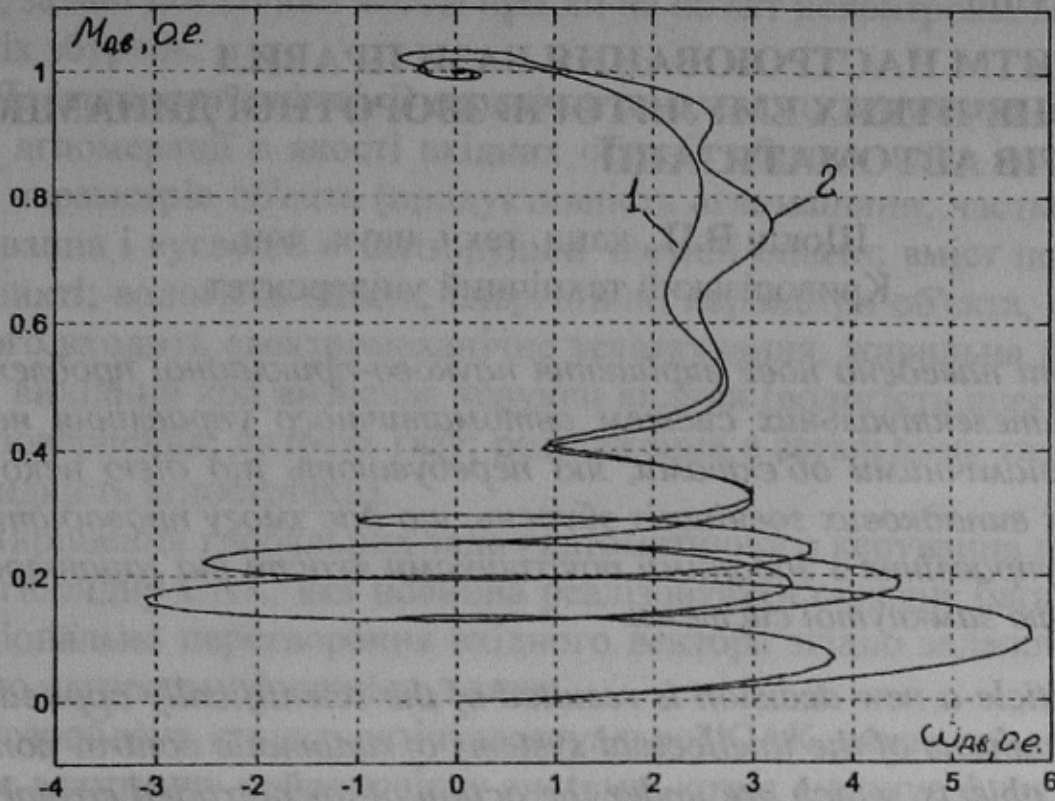


Рисунок 6 – Динамические механические характеристики  
 1 – без учета сети;  
 2 – с учетом сети

**Выводы и направления дальнейших исследований.**

Из приведенных графиков видно:

1. Напряжение на зажимах статора в сети ограниченной мощности снижается во время пуска на 10–15%;
2. Реальный пусковой момент снижается на 30%, а критический – на 15%.

Полученные результаты показывают, что неучет падения напряжения в сети ограниченной мощности приводит к значительным погрешностям, т.е. искажению механических характеристик.

Список источников.

1. Ширнин И.Г., Ткачук А.Н. Электрические напряжения привода в очистных забоях // Уголь Украины. – 2005. – №7.
2. Шумяцкий В.М. Обоснование параметров комбайнового электропривода с учетом реальных режимов работы двигателя и электрической сети участка шахт // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Донецк, – 1984.
3. Оптимальные напряжения электрических распределительных сетей угольных шахт. – М.: ИГД им. Скочинского, 1969.
4. Электрооборудование на 1140 В для угольных линий и комплексов. Под ред. Е.С. Траубе. – М.: Недра, 1991.

Дата поступления статьи в редакцию: 01.11.06