

## ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ НА РАБОТУ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Пахомов И.К., студент гр. ЭРб-141, III курс  
Дроздов Н.В., студент гр. ЭРб-141, III курс  
Научный руководитель: Паскарь И.Н., старший преподаватель  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Электрическая энергия является специфическим товаром и используется в большинстве сфер жизнедеятельности человека, а также при создании других видов продукции, тем самым, влияя на ее качество. Особенность же электрической энергии заключается в том, что ее качество на месте производства и месте потребления может различаться.

Асинхронные двигатели, как электроприемники, широко применяются на предприятиях различных отраслей промышленности, рассчитаны на использование при определенных параметрах качества электрической энергии, отклонение от которых может привести к нарушению его работоспособности. Таким образом, качество электрической энергии определяется совокупностью ее характеристик, при которых электроприемники способны нормально работать и выполнять заданные функции.

Одним из показателей качества электрической энергии, во многом определяющем нормальное функционирование и срок службы асинхронных двигателей, является отклонение напряжения.

Отклонения напряжения от номинальных значений главным образом обусловлены: суточными, сезонными и технологическими изменениями электрической нагрузки потребителей, изменениями мощности компенсирующих устройств, регулированием напряжения генераторами электростанций и на подстанциях энергосистем, изменениями схемы и параметров электрических сетей.

В данной работе было исследовано влияние отклонений напряжения на скорость вращения ротора и срок службы асинхронного двигателя АИР160S2.

Снижение напряжения приводит к уменьшению вращающего момента и частоты вращения ротора двигателя, вследствие увеличения его скольжения. Частота вращения ротора двигателя от напряжения описывается выражением (1):

$$n = n_c \left(1 - k_3 \frac{U_{ном}^2}{U^2} S_{ном}\right), \quad (1)$$

где  $n_c = 3000$ , об/мин - синхронная частота вращения АИР160S2;

$k_3 = 1$  - коэффициент загрузки двигателя;

$S_{ном} = 2,5\%$ ,  $U_{ном} = 380В$  - номинальные значения скольжения и напряжения асинхронного двигателя АИР160S2.

В таблице 1 приведены результаты расчетов частоты вращения ротора АИР160S2 при изменениях напряжения  $\pm 10\%$  от номинального значения.

Таблица 1

Частота вращения ротора АИР160S2 при отклонениях напряжения

Отклонения напряжения $\delta U, \%$	U, В	Частота вращения n, об/мин
0	380	2925
-1	376,2	2923
-2,5	370,5	2921
-5	361	2917
-7,5	351,5	2912
-10	342	2907
1	383,8	2926
2,5	389,5	2929
5	399	2932
7,5	408,5	2935
10	418	2938

В случае работы асинхронных двигателей с полной нагрузкой, понижение напряжения ведет к уменьшению частоты вращения (рисунок 1). Так, производительность механизмов, зависящих от частоты вращения ротора двигателя, при снижении напряжения в значительной степени может, что может повлечь за собой брак и недовыпуск продукции. При значительном снижении напряжения на выводах двигателя может произойти его остановка, связанная с тем, что момент сопротивления может превысить вращающий момент.

Положительные же отклонения напряжения влекут за собой увеличение частоты вращения ротора двигателя (рисунок 1) и увеличение потребления реактивной мощности, на 1% увеличения напряжения потребляемая реактивная мощность увеличивается на 3%, что ведет к увеличению потерь активной мощности.



Рисунок 1. Динамика изменения частоты вращения ротора асинхронного двигателя

При длительных отклонениях напряжения ускоренный износ изоляции двигателя может привести к уменьшению его срока службы. В большей степени опасна длительная работа двигателя при пониженном напряжении, так как в этом случае, при том же потреблении мощности увеличивается ток двигателя, что вызывает постоянный перегрев изоляции.

Срок службы двигателя можно определить по выражению (2):

$$T = \frac{T_{ном}}{R}, \quad (3)$$

где  $T_{ном} = 15$ , лет – номинальный срок службы изоляции двигателя АИР160S2,  $R$  - коэффициент, зависящий от значения отклонения напряжения, а также от коэффициента загрузки двигателя, для отрицательных отклонений равен:

$$R = (47\delta U^2 - 7,55\delta U + 1)k_3^2, \quad (4)$$

где  $-0,2 < \delta U < 0$  - отклонение напряжения.

Относительное отклонение номинального срока службы от его значения при отрицательном отклонении напряжения можно рассчитать по выражению (5):

$$\delta T = \frac{T_{ном} - T_i}{T_{ном}} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $T_i$  - срок службы двигателя при  $i$ -ом отклонении напряжения.

В таблице 2 приведены результаты расчетов срока службы двигателя АИР160S2 при отрицательных отклонениях напряжения.

Уменьшение срока службы двигателя АИР160S2 при отрицательных отклонениях напряжения

Отклонения напряжения $\delta U$ , %	R	Срок службы T, лет	Отклонение срока службы от номинального $\delta T$ , %
0	1	15	0
-1	1,080	13,9	7,382
-2,5	1,217	12,3	17,822
-5	1,493	10,1	32,998
-7,5	1,827	8,2	45,262
-10	2,220	6,8	54,955

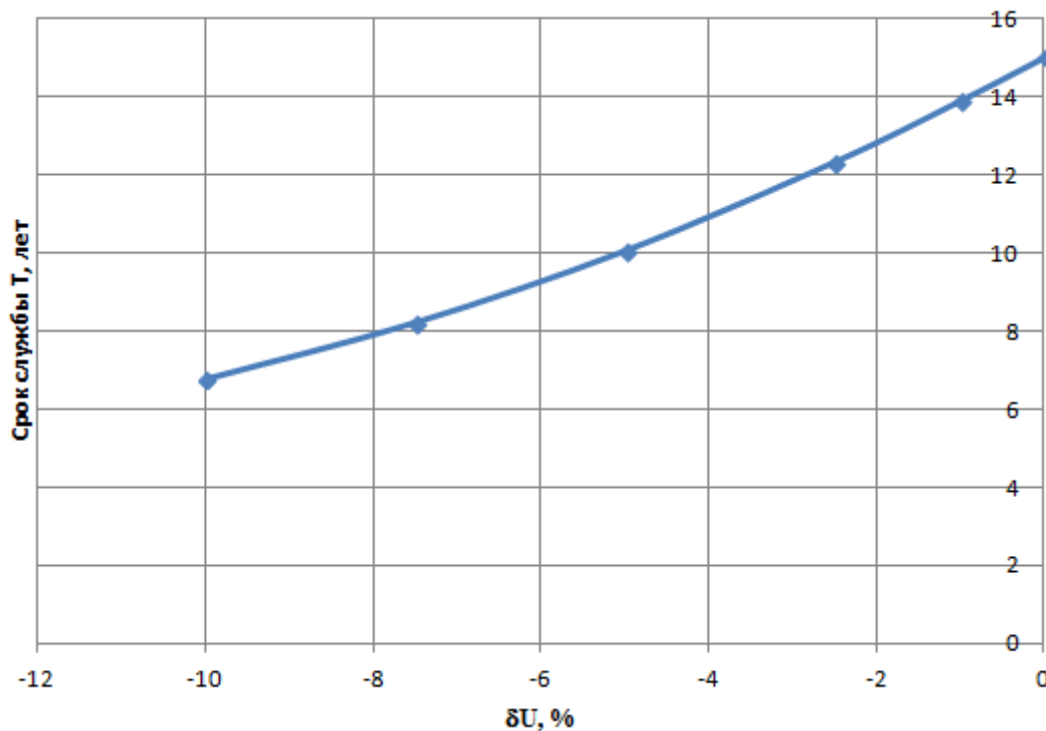


Рисунок 2. Динамика изменения срока службы двигателя АИР160S2

Исходя из данных полученных в ходе расчетов по выражениям (3-5), можно сказать, что в среднем на один процент отклонения напряжения приходится семи процентное уменьшение срока службы двигателя АИР160S2.

Таким образом, отклонение напряжения от нормативных негативно влияет на работу асинхронных двигателей, вплоть до сокращения срока его службы, отрицательное отклонение напряжения в 10% снижает срок службы двигателя на 54,955% от номинального.

---

**Список литературы:**

1. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ruselt.ru/information/vliyanie-kachestva-elektroenergii-na-rabotu-elektropriemnikov/>
2. Методы оценки срока службы асинхронных электродвигателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electroprivod.kpi.ua/RUS/17.pdf>
3. Основные причины отклонений и колебаний напряжения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://studopedia.ru/4\\_90798\\_osnovnie-prichini-otkloneniy-i-kolebaniy-napryazheniya.html](http://studopedia.ru/4_90798_osnovnie-prichini-otkloneniy-i-kolebaniy-napryazheniya.html)
4. Электродвигатель АИР 160 S2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://v.tdc.ua/content/view/314/42/>
5. Влияние отклонений напряжения на работу электроприемников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/elsnabg/1346-vlijanie-otklonenijj-napryazhenija-na.html>