

УДК 621.867.133

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДВУХСКОРОСТНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ШАХТНОГО СКРЕБКОВОГО КОНВЕЙЕРА

Маренич К.Н. канд. тех. наук., доц.,
Донецкий национальный технический университет

Выполнен анализ параметров и определены пути повышения эксплуатационной безопасности двухскоростного асинхронного двигателя электропривода скребкового конвейера.

The analysis of parameters of operational safety of the two-high-speed asynchronous engine, which developed for a drag conveyor, are executed. The ways of increase of operational safety of this engine are determined.

Одним из важных условий обеспечения рентабельности угольного предприятия является повышение производительности горных машин очистного комплекса. Этим продиктована тенденция повышения мощности электроприводов скребковых конвейеров (СК). В частности, машиностроительными предприятиями Украины освоен выпуск приводных конвейерных блоков мощностью 250 и 315 кВт.

Одной из новых функций приводного блока, повышающей безопасность эксплуатации конвейера в условиях шахты, стало обеспечение "доставочной" (пониженной) скорости, а также обеспечение пуска привода с кратковременной ступенью пониженной скорости. С этой целью Первомайским машиностроительным заводом разработан двухскоростной асинхронный двигатель (АД) типа ЭКВФ355L12/4. Он предназначен для эксплуатации в трёхфазной сети номинального линейного напряжения 1140 В и содержит две обособленные статорные обмотки: пониженной скорости - ОПС ($\omega_{н1}=490$ об/мин.; $P_{н1}=85$ кВт) и номинальной скорости - ОНС ($\omega_{н2}=1485$ об/мин.; $P_{н2}=250$ кВт),.

Для его дистанционной коммутации предполагается наличие специального пускателя, оснащенного двумя обособленными контакторами, к выходам которых посредством гибких кабелей присоединяются соответствующие статорные обмотки. С учетом номинальных мощностей АД достаточными являются сечения кабеля для ОПС - 16 кв. мм; для ОНС - 25 кв.мм. Однако, в связи со спецификой эксплуатации (учет требований к механической прочности кабеля,

прокладаваемого в условиях очистного забоя, необходимость снижения потерь напряжения, обеспечение требуемого уровня чувствительности максимальной токовой защиты к токам к.з.), эти сечения могут быть увеличены. Кабель ОПС может иметь сечения 25; 35 кв.мм, а кабель ОНС – 35; 50 кв.мм. Реальные длины этих кабелей могут достигать 300 м.

Расчетная схема системы “кабель-двигатель” (К-Д) имеет следующий вид (рис.1). На схеме: SF1; SF2 - автоматические выключатели, соответственно, встроенный в трансформаторную подстанцию ТСВП и участковый; X_{ki} ; R_{ki} - соответственно, ёмкостные и активные составляющие сопротивлений изоляции гибких кабелей, подключенных к соответствующим присоединениям; $R_{y1} = R_{y2} = 1$ кОм – сопротивления однофазной утечки (тела человека, прикоснувшегося к токоведущей части кабеля, находящегося под напряжением); R_{s1i} ; X_{s1i} (R_{s2i} ; X_{s2i}) - активное и индуктивное сопротивления статора ОПС (ОНС); R_{r1} ; X_{r1} - активное и индуктивное сопротивление ротора АД, $e_{в1}$ ($e_{в2}$) - ЭДС, индуцируемая в ОПС (ОНС); АЗУР – участковый аппарат защиты от утечек тока на землю; КМ1 (КМ2) – контакторы пускателя, коммутирующие ОПС (ОНС).

Отличительной особенностью рассматриваемой системы К-Д, является различие частот ЭДС, индуцируемых в отключенных от сети ОПС (ОНС) при подключенных к сети, соответственно, ОНС (ОПС). Так при испытаниях экспериментального образца двигателя ЭКВФ355L12/4 установлено, что при питании ОПС током частоты 50 Гц линейного напряжения 1140В частота ЭДС в ОНС составляет 610 Гц, а её действующее фазное значение - 33 В. При питании ОНС током частоты 50 Гц линейного напряжения 1140 В частота ЭДС в ОПС составляет 1610 Гц, а её действующее фазное значение - 145 В. Осциллограммы этих ЭДС приведены на рис. 2.

Различие уровней частот ЭДС обуславливает соответствующее различие емкостных сопротивлений изоляции кабелей и индуктивных составляющих сопротивлений АД. Измерениями и последующими вычислениями установлено, что в режиме электропитания ОПС полное активное сопротивление АД составляет 0,75 Ом, а суммарная индуктивность обмоток составляет 7,17 мГн, в режиме электропитания ОНС полное активное сопротивление АД составляет 0,38 Ом, а суммарная индуктивность обмоток составляет 1,10 мГн.

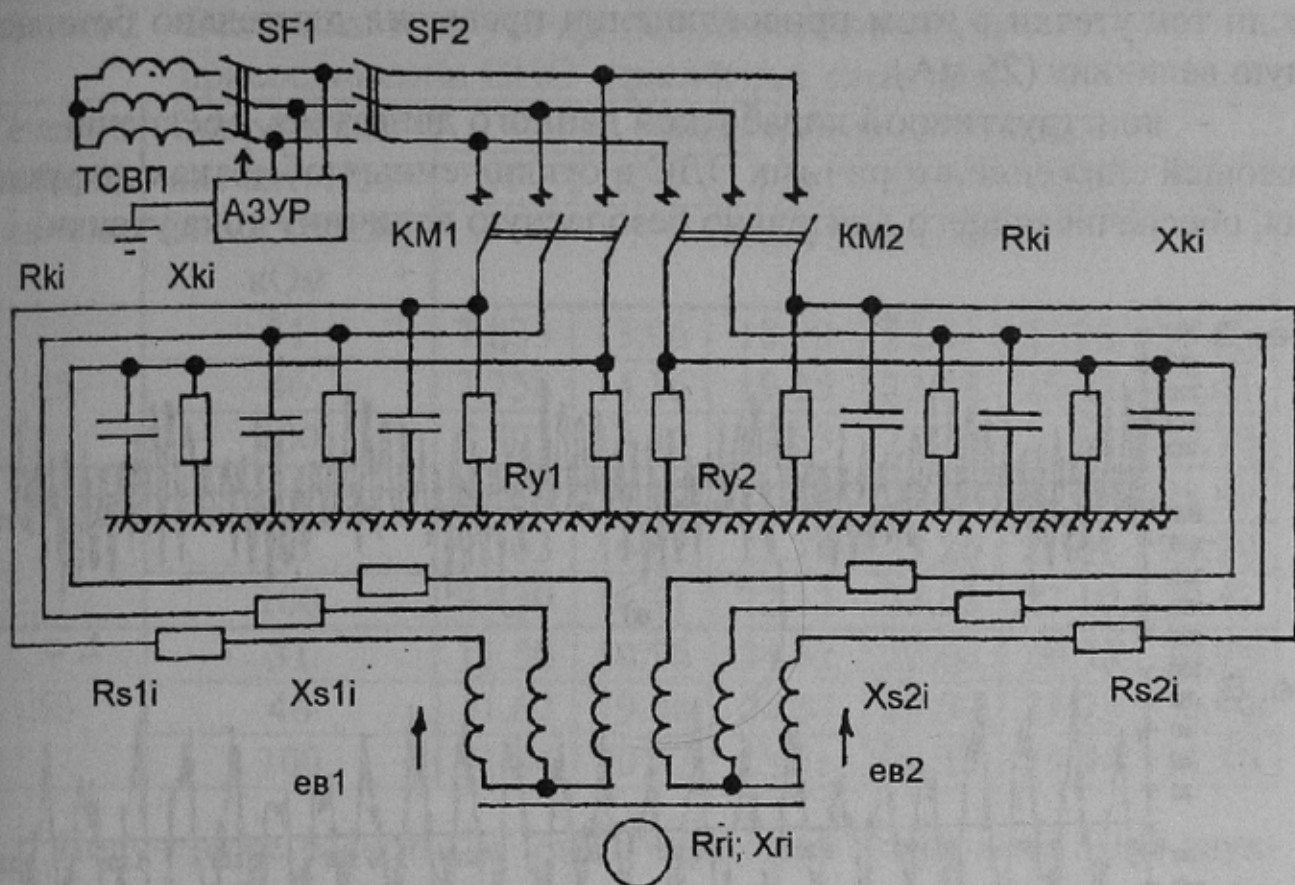


Рисунок 1 - Расчётная схема сети электропитания двухскоростного АД

Обоснованная конфигурация расчётной схемы и установленные экспериментально-расчётным путём её параметры позволили выполнить виртуальную модель системы К-Д, пользуясь программным пакетом схемотехнического моделирования "Electronics Workbench". Расчёт производился с учётом реальных параметров кабелей марки КГЭШ сечений от 16 до 50 кв. мм, длиной от 50 до 300 м. Полученные величины токов утечки, обусловленные действием вторичных ЭДС (табл.1; табл.2), свидетельствуют о потенциальной опасности электротравматизма при эксплуатации двухскоростного АД. Отличие расчётных значений действующих величин тока утечки от результатов, полученных в ходе испытаний экспериментального образца двигателя, не превышают 5 %.

Повышение эксплуатационной безопасности данного типа двигателей может быть осуществлено:

- разработкой технических решений, обеспечивающих контроль сопротивления утечки отключенного от сети присоединения АД и осуществляющих защитное отключение напряжения на участке,

если ток утечки в этом присоединении превысил длительно безопасную величину (25 мА);

- конструктивной доработкой данного двигателя, обеспечивающей снижение вторичных ЭДС в отключенных обмотках до уровня, обеспечивающего длительно безопасную величину тока утечки.

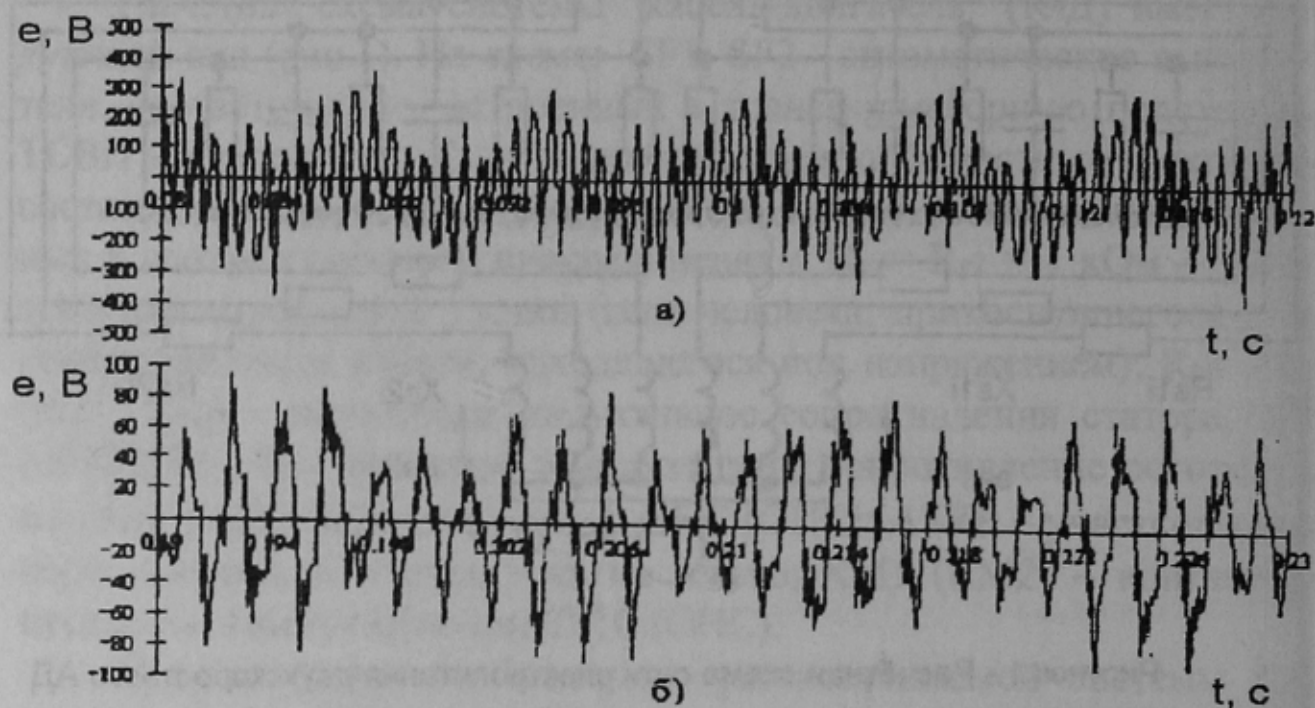


Рисунок 2 - Осциллограммы вторичных ЭДС АД в ОПС (а) и ОНС (б)

Таблица 1 – Величины тока утечки (мА) в отключенном присоединении ОПС (расчётные значения)

Сечение кабеля, кв. мм	Сопротивление акт. Изоляции кабеля, кОм	Длина кабеля КГЭШ, м					
		50	100	150	200	250	300
Токи утечки, мА							
16	31	68.92	109.1	129.3	140.2	147.1	152.1
	46	70.01	110.6	130.3	141.0	147.7	152.5
	100	71.41	112.2	131.6	141.8	148.3	153.0
25	31	77.64	117.5	135.5	145.1	151.4	156.1
	46	78.92	118.8	136.4	145.7	151.8	156.4
	100	80.57	120.4	137.4	146.4	152.3	156.8
35	31	89.51	127.3	142.3	150.6	156.7	161.7
	46	91.09	128.4	143.2	151.3	157.0	161.9
	100	92,85	129.8	144.0	151.8	157.4	162.1

Таблица 2 – Величины тока утечки (мА) в отключенном присоединении ОНС (расчётные значения)

Сечение кабеля, кв. мм	Сопротивление акт. Изоляции кабеля, кОм	Длина кабеля КГЭШ, м					
		50	100	150	200	250	300
		Токи утечки, мА					
25	31	7.833	13.96	18.90	22.51	25.20	27.15
	46	7.758	14.16	19.15	22.88	25.47	27.41
	100	7.802	14.46	19.55	23.20	25.81	27.70
35	31	9,289	16.37	21.45	24.97	27.38	28.99
	46	9.303	16.62	21.74	25.26	27.61	29.20
	100	9.430	16.91	22.12	25.58	27.10	29.43
50	31	11.50	19.58	24.62	27.66	29.53	30.79
	46	11.62	19.88	24.87	27.90	29.73	30.94
	100	11.84	20.27	25.21	28.18	29.94	31.10

Полученные расчётным путём параметры вторичных ЭДС двух-скоростного АД не должны превышать величин, приведенных в табл. 3.

Таблица 3 – Предельно допустимые величины вторичных ЭДС в ОПС

Сечение кабеля, кв. мм	Сопротивление акт. Изоляции кабеля, кОм	Длина кабеля КГЭШ, м					
		50	100	150	200	250	300
		Величины вторичных ЭДС, В					
16	31	52.61	33.21	28.00	25.85	24.60	23.80
	46	51.75	32.79	27.80	25.71	24.50	23.71
	100	50.74	32.29	27.55	25.56	24.40	23.70
25	31	46.69	30.85	26.74	24.98	23.94	23.22
	46	45.93	30.50	26.56	24.87	23.88	23.17
	100	44.99	30.10	26.37	24.76	23.80	23.11
35	31	40.49	28.47	25.47	24.07	23.13	22.41
	46	39.79	28.23	25.31	23.95	23.08	22.39
	100	39.04	27.92	25.17	23.88	23.03	22.36