

УДК 621.313.333

**И.Г. ШИРНИН** (д-р техн.наук, проф.), **В.А. ПАЛКИН** (канд.ист.наук, проф.)  
Донецкий экономико-гуманитарный институт

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВЗРЫВОЗАЩИЩЁННЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МОЩНОСТЬЮ ДО 355 кВт

In article showy initial data rise coefficient efficiency and other of proofs new series asynhronic explosive electric motors low high tension (voltage) of power up to 355 kilowatt.

**Постановка проблемы.** Выпускаемые в Украине и других странах СНГ взрывозащищённые асинхронные двигатели (АД) серий 2В, 2ВР, 3В, 3ВР, АИМ, АИУ, ВАО2, ВАО3 и другие мощностью 0,25 ... 355кВт отстают от зарубежных по уровню энергетических характеристик, что отрицательно скажется на конкурентоспособности украинской продукции в связи со вступлением Украины во Всемирную торговую организацию (ВТО). Поэтому УкрНИИВЭ обосновал целесообразность разработки новой серии таких двигателей, которые должны быть унифицированы с существующими отечественными сериями двигателей и максимально взаимосвязаны по шкале мощности и высоте оси вращения, но при этом иметь высокие энергетические показатели.

**Цель работы.** Разработка исходных параметров, обеспечивающих повышение коэффициента полезного действия (КПД), коэффициента мощности ( $\cos\phi$ ) и других показателей новой серии асинхронных взрывозащищённых двигателей низкого напряжения на базе требований Комиссии производителей электрических машин и силовой электроники (СЕМЕР) Европейского союза (ЕС).

**Анализ исследований и публикаций.** Производство электроэнергии в Украине в 2005 году составило 185187,4 млн. кВт·ч, что полностью обеспечило потребности страны и экспорта электроэнергии.

В настоящее время практически вся производственная деятельность в Украине базируется на преобразовании электрической энергии в энергию механическую и тепловую. Выработка, доставка потребителю, преобразование и управление как выработкой электроэнергии, так и конечным её использованием составляют полный энергетический цикл современного производства. При выполнении этого цикла общие технологические затраты электроэнергии (ТЗЭ) на её транспортировку электрическими сетями Минтопэнерго всех классов напряжения в 2005 г. составили 25,04 млрд. кВт·ч, или 14,71% от общего отпуска электроэнергии в сеть [1]. Сверхнормативная (коммерческая) составляющая ТЗЭ равнялась 2,76 млрд. кВт·ч, или 1,62% от общего отпуска электроэнергии.

В Украине ТЗЭ крайне велики и обусловлены затратами на обслуживание технологического процесса (шлакка гололёда, собственное потребление энергии трансформаторными подстанциями), а также коммерческими потерями электроэнергии из-за её недоучёта счётчиками. Потери электроэнергии в электросетях стран мира отражают техническое и научное развитие этой отрасли. В 2004 г. они составили: Нидерланды – 4,5%, ЮАР – 7%, Франция – 8%, Великобритания – 8,3%, Ирландия – 9%, Зимбабве – 11,5%, Кения – 14,5%, Эфиопия – 19,5%, Украина – 19,57%, Танзания – 27%, Нигерия – 32%, Уганда – 37% [ 2 ].

В данных условиях важным способом экономии электроэнергии в Украине является создание и использование энергоэффективных электрических машин. Около 70% переданной по сетям электроэнергии используется для приведения в движение станков, механизмов, транспортных средств и т. д. с помощью электрических двигателей, в том числе асинхронных взрывозащищённых двигателей, самыми массовыми из которых в Украине являются серии 3В и ВАО3 мощностью от 0,25 до 400 кВт, которые выполнены на 17 стандартных высотах оси вращения.

Необходимость повышения конкурентоспособности отечественных серий взрывозащищённых двигателей вызвала разработку новой серии 5ВР (для угольной промышленности) и 5В (для химической, газовой и других отраслей промышленности). Для этого УкрНИИВЭ разработал, а Минпромполитики Украины утвердило техническое задание на данную ОКР, в которой предусмотрено повышение КПД на 1,5 – 1,8% при одновременном уменьшении массы двигателей примерно на 15% [ 3, 4 ]. Новая серия 5В, 5ВР должна обладать высокой энергоэффективностью, соответствующей требованиям СЕМЕР.

Согласно решению СЕМЕР, начиная с 2010 года, планируется введение в ЕС следующих категорий энергоэффективных АД мощностью от 0,15 до 500кВт с частотой вращения от 750 до 3000об/мин: D-минимальный уровень «стандартного двигателя», соответствующий уровню EFF1; C- «хороший двигатель 2005 г.» с уровнем энергоэффективности, соответствующий требованиям ЕРАСТ США; В- «лучший двигатель 2005г.», по КПД соответствующий NEMA Premium; А- «лучший двигатель 2010г.», имеющий потери на 20% ниже, чем машины категории В. На рисунке 1 приведен фрагмент этих нормативов энергоэффективности.

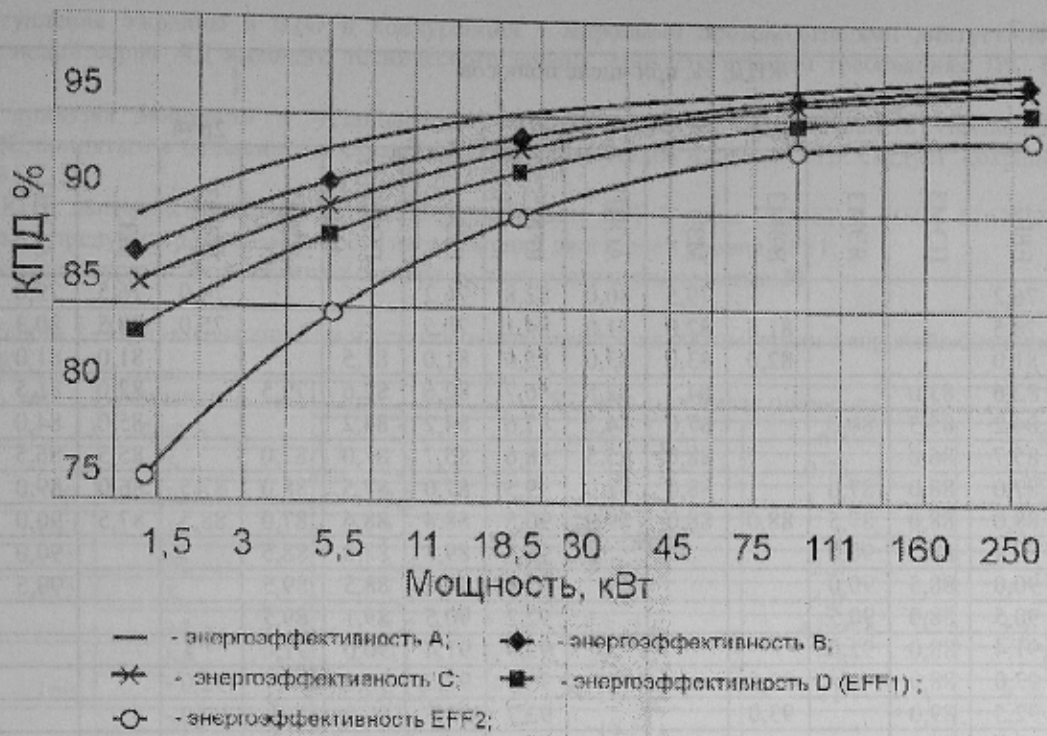


Рисунок 1 – Норми енергоефективності СЕМЕР для асинхронних двигателів

Повищення енергоефективності АД обуславлює устойчивую тенденцию к росту их материалоемкости и цены. В табл. 1 приведены примерные цены асинхронного двигателя мощностью 15кВт с частотой вращения 1500 об/мин для разных уровней энергоэффективности и их сроки окупаемости при годовой наработке 3000 часов в условиях химической и газовой промышленности.

Техническому совершенствованию АД сопутствует повышение использования их активных частей за счёт улучшения свойств магнитных, проводниковых и изоляционных материалов, а также использование ряда других факторов[5].

Таблица 1

Уровень энергоэффективности	КПД, %	Экономия		Цена, тыс.долл.	Увеличение цены, %	Срок окупаемости, лет
		кВтч	тыс. долл			
EFF2	89,5	-	-	0,703	-	-
EFF1-D	91,8	1000	0,08	0,9	25	2,4
С	92,6	1350	0,1	0,97	36	2,6
В	93,7	1800	0,14	1,07	50	2,7
А	94,5	2150	0,166	1,3	81	3,6

Целесообразно сочетание уровней электромагнитных нагрузок с новыми свойствами электротехнических материалов обеспечивает сохранение примерно на одном и том же уровне суммы потерь в электрических машинах и намагничивающего тока при неизменной или увеличенной полезной мощности. Критерием оптимума в данном случае является минимум приведённых затрат, т. е. наименьшая сумма затрат на изготовление двигателя и его эксплуатацию в течение расчётного срока службы.

В работах [2,6] описана зависимость КПД АД от нагрузки и классификация, принятая СЕМЕР для двигателей мощностью от 1,1 до 90кВт ( $2p = 2$  и  $4$ ) по обязательному значению КПД, которое, начиная с 2000 года, делится на три класса: нормальный – EFF3, повышенный – EFF2 и высокий – EFF1. В табл. 2 приведён минимально допустимый КПД для второго и первого классов, а также КПД взрывозащищённых асинхронных двигателей электромашиностроительных заводов СНГ.



Таблица 2

Мощность P2, кВт	КПД, %, при числе полюсов													
	2p=2							2p=4						
	EFF2	ПЭМЗ	ЯЭМЗ	ВЭМЗ	МЭЭ	АОНП	EFF1	EFF2	ПЭМЗ	ЯЭМЗ	ВЭМЗ	МЭЭ	АОНП	EFF1
1,1	76,2				79,5	80,0	82,8	76,2			74,0	76,5	79,0	83,8
1,5	78,5			81,5	82,0	81,0	84,1	78,5			75,0	78,5	80,3	85,0
2,2	81,0			82,0	83,0	83,0	85,6	81,0	81,5			81,0	81,0	86,4
3,0	82,6	83,0			84,5	82,5	86,7	82,6	82,6	79,5		82,0	81,5	87,4
4,0	84,2	85,5	80,0		87,0	84,2	87,6	84,2	84,2			85,0	84,0	88,3
5,5	85,7	86,0			88,0	85,5	88,6	85,7	87,0	87,0		85,5	86,5	89,2
7,5	87,0	88,0	87,0		88,0	88,0	89,5	87,0	87,5	88,0	87,5	86,0	89,0	90,1
11,0	88,0	88,0	87,5	88,0	88,0	89,0	90,5	88,4	88,6	87,0	88,5	87,5	90,0	91,0
15,0	89,4	88,5	90,0				91,5	89,4	88,0	88,5			90,0	91,8
18,5	90,0	88,5	90,0				91,8	90,0	88,5	89,5			90,5	92,2
22,0	90,5	88,0	90,5				92,2	90,5	89,1	89,5				92,6
30,0	91,4	88,0	92,0				92,9	91,4	90,0	91,0				93,2
37,0	92,0	88,0		93,0			93,3	92,0	90,0		92,0			93,6
45,0	92,5	89,0		93,0			93,7	92,5	90,5		92,0			93,9
55,0	93,0	90,0					94,0	93,0	90,5					94,2
75,0	93,6	92,2					94,6	93,6	92,0					94,7
90,0	93,9	92,5					95,0	93,9	92,5					95,0

**Примечания:**

1 ПМЗ – ОАО «Первомайский электромеханический завод им. Карла Маркса» Луганская обл.

2 ЯМЗ – ОАО «ELDIN» (Ярославский электромашзавод, Россия).

3 ВЭМЗ – ОАО «Владимирский электромоторный завод» (Россия).

4. МЭЭ – Могилёвский завод «Электродвигатель» (Беларусь).

5.АОНП – акционерное общество научно-производственное предприятие «Электромаш» (Приднестровье).

В Российской Федерации нормы значений КПД для двигателей с частотой вращения 1500 и 3000 об/мин регламентированы ГОСТ 51677 – 2000, предусматривающем два уровня КПД: нормальный, практически совпадающий с уровнем EFF2, и повышенный, практически совпадающий с EFF1(табл. 3).

Таблица 3

P2, кВт	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	
КПД, %	EFF2	76,2	78,5	81	82,6	84,2	85,7	87	88,4	89,4
	EFF1	82,8	84,1	85,6	86,7	87,6	88,6	89,5	90,5	91,3
P2, кВт	18,5	22	30	37	45	65	75	90		
КПД, %	EFF2	90	90,5	91,4	92	92,5	93	93,6	93,9	
	EFF1	91,8	92,2	92,9	93,3	93,7	94	94,6	95	

Уровень шума АД регламентируется нормами ИЕС 60034-9 (редакция 10-2003). Анализ технических данных двигателей ведущих европейских фирм, а также перспективных требований рынка позволил сформулировать требования к уровню звукового давления двух и четырёхполюсных двигателей мощностью от 1,1 до 315 кВт в зависимости от высоты оси вращения, на которые следует ориентироваться в перспективе (табл. 4).

Таблица 4

Высота оси вращения H,мм	90	100	112	132	160	180	200	225	250	280	315	355
Lp, дБ(А)	2p=2	61	62	63	67	70	71	72	73	75	77	82
	2p=4	50	53	54	58	63	64	65	66	67	68	75

Вступление Украины в ВТО и конкуренция с мировыми производителями диктует необходимость создания новой серии АД высокого технического уровня, соответствующей требованиям IEC 60034, в том числе:

а) привязка мощности и установочных размеров должна соответствовать европейским нормам CENELEK, принятым в большинстве стран (табл. 5); для поставок в страны СНГ следует сохранить привязку по РС 3031-71;

б) КПД двигателей должен соответствовать уровню EFF 2 норм CEMEP и ГОСТ 51677-2000, а также должна быть предусмотрена возможность изготовления двигателей уровня EFF1;

в) температурный запас обмотки статора должен составлять не менее 20.

Таблица 5 - Привязка мощности и установочных размеров в соответствии с европейскими нормами CENELEK

H, мм	Условная длина	P2, кВт, при числе полюсов			
		2	4	6	8
90	S	1,5	1,1	0,75	0,37
	L	2,2	1,5	1,1	0,55
100	L	3,0	2,2; 3,0	1,5	0,75; 1,1
112	M	4,0	4,0	2,2	1,5
132	S	5,5	-	3,0	-
	M	7,5	5,5; 7,5	4,0; 5,5	2,2; 3,0
160	M	11	11	7,5	4,0
	L	15; 18,5	15	11	5,5; 7,5
180	M	22	18,5	-	-
	L	-	22	15	11
200	L	30; 37	30	18,5; 22	15
225	S	-	37	-	18,5
	M	45	45	30	22
250	M	55	55	37	30
280	S	75	75	45	37
	M	90	90	55	45
315	S	110	110	75	55
	M	132	132	90	75
	L	160; 200	160; 200	110; 132	80; 110
355	S	250	-	160	132
	M	315	250; 315	200	160
	L	-	-	250	200

**Результаты исследований.** Большинство потребителей требует поставки двигателей с уровнем EFF1 - энергосберегающих, обеспечивающих экономию электрической энергии и охрану окружающей среды. Для их удовлетворения в Украине с 2007 г. начата разработка новых взрывозащищённых двигателей серии 5B, 5BP с частичным изменением магнитной системы двигателей большой мощности и увеличением расхода активных материалов. Основная часть типоразмеров с классом нагревостойкости изоляции F должна иметь превышение температуры по классу B, что обеспечивает их высокую надёжность. Двигатели должны иметь низкую тепловую напряжённость и допускать длительную работу при колебаниях напряжения сети  $\pm 10\%$ , а также перегрузку (длительную до 20% и кратковременную до 50%) без снижения показателей надёжности. В двигателях новой серии КПД должен быть увеличен как минимум на 0,5 %,  $\cos\phi$  - в среднем на 0,05, кратность пускового и максимального моментов повышена на 10 %, уровень шума снижен на 3 дБ (А).

Учитывая то, что взрывозащищённые АД мощностью от 1 до 400 кВт используются в нефтяной, газовой, угольной, нефтеперерабатывающей и других отраслях промышленности со взрывоопасными производствами в качестве привода тех же машин и механизмов, что и АД общего назначения, целесообразно проанализировать уровень показателей энергоэффективности серийно выпускаемых и разработанных УкрНИИВЭ двигателей.

Двигатели с нормальным КПД – это двигатели общего назначения, КПД которых равен уровню двигателей серии АИ, а двигатели с повышенным КПД (энергосберегающие двигатели) – это аналогичные двигатели, у которых суммарные потери примерно на 20 % меньше, чем у двигателей с нормальным КПД той же мощности и частоты вращения.

КПД энергосберегающего двигателя при различных уровнях снижения суммарных потерь определяют по формуле

$$\eta_s = \frac{\eta}{100 - e(100 - \eta)} \cdot 100,$$

где  $\eta$  – коэффициент полезного действия двигателя с нормальным КПД, %;

$e \geq 0,2$  – относительное снижение суммарных потерь мощности в двигателе.

Минимальные значения КПД энергосберегающего двигателя (для случая снижения суммарных потерь мощности в двигателе на 20%, т.е. при  $e=0,2$ ), определяют по формуле

$$\eta_{\text{нм}} = \frac{\eta}{80 + 0,2\eta} \cdot 100. \quad (1)$$

Двигатели с нормальным КПД должны иметь номинальные значения КПД и коэффициента мощности не ниже указанных в табл. 6,7, двигатели с повышенным КПД мощностью от 15 до 400 кВт – не ниже указанных в табл. 7,8 (значения КПД, указанные в таблице 8, определены по формуле 1).

При маркировании в обозначении двигателей с повышенным КПД применяют строчную букву  $e$ , которую располагают после цифры, обозначающей число полюсов двигателя. Например, АД взрывозащищённой серии 3В высотой оси вращения 180 мм условной длиной S, двухполюсный с повышенным КПД, климатического исполнения Т2 получит обозначение 3В 180 S2e Т2.

АД, выпускаемые заводами ЕС до 2010 г., должны соответствовать нормам энергоэффективности, принятым СЕМЕР. В 2010 г. в ЕС будут вводиться в действие новые нормативы EFF2, отражающие уровень энергоэффективности АД мощностью от 0,15 до 500 кВт с частотой вращения от 750 до 3000 об/мин будущего периода (см. рис. 1). На этом рисунке КПД двигателей по нормам EFF2 отражает также уровень энергоэффективности АД современного российского производства.

Таблица 6

P2, кВт	КПД двигателей с нормальным КПД, %, при числе полюсов					
	2p=2	2p=4	2p=6	2p=8	2p=10	2p=12
1	2	3	4	5	6	7
1,10	77,0	75,0	72,0	72,0	-	-
1,50	79,0	77,0	77,0	73,0	-	-
2,20	82,0	78,0	80,0	75,0	-	-
3,00	82,0	79,0	81,0	78,0	-	-
4,00	83,0	83,0	82,0	82,0	-	-
5,50	86,0	84,0	84,0	83,0	-	-
7,50	87,0	87,0	84,5	85,0	-	-
11,0	88,0	88,0	87,0	87,0	-	-
15,0	89,0	89,0	88,5	88,0	-	-
18,5	90,0	90,0	89,0	88,5	-	-
22,0	90,5	90,5	90,0	89,5	-	-
30,0	91,0	91,5	90,0	90,0	88,5	-
37,0	92,0	92,0	91,0	91,0	89,0	-
45,0	92,5	92,5	92,0	92,0	91,0	90,5
55,0	93,0	93,0	92,5	92,0	92,0	91,0
75,0	93,0	93,5	92,5	92,5	92,0	91,5
90,0	93,0	94,0	93,0	93,0	92,5	92,0
110,0	93,5	94,0	93,0	93,0	93,0	92,0
132,0	94,0	94,0	93,5	93,5	93,0	-
160,0	94,0	94,0	94,0	93,5	-	-
200,0	94,5	94,5	94,5	94,0	-	-
250,0	94,5	94,5	94,5	-	-	-
315,0	95,0	95,0	-	-	-	-
400,0	95,5	95,5	-	-	-	-



Таблица 7

P2, кВт	Cosφ двигателей с нормальным и повышенным КПД, % , при числе полюсов					
	2p=2	2p=4	2p=6	2p=8	2p=10	2p=12
1,10	0,80	0,76	0,70	0,68	-	-
1,50	0,82	0,78	0,70	0,70	-	-
2,20	0,84	0,80	0,72	0,70	-	-
3,00	0,85	0,80	0,72	0,70	-	-
4,00	0,84	0,81	0,75	0,70	-	-
5,50	0,85	0,82	0,76	0,72	-	-
7,50	0,85	0,83	0,77	0,72	-	-
11,0	0,86	0,83	0,80	0,73	-	-
15,0	0,86	0,84	0,82	0,75	-	-
18,5	0,87	0,84	0,82	0,75	-	-
22,0	0,87	0,84	0,82	0,75	-	-
30,0	0,88	0,85	0,82	0,75	0,70	-
37,0	0,88	0,85	0,82	0,75	0,70	-
45,0	0,88	0,85	0,82	0,75	0,72	0,70
55,0	0,88	0,85	0,82	0,75	0,72	0,70
75,0	0,89	0,85	0,82	0,80	0,75	0,70
90,0	0,89	0,86	0,83	0,80	0,75	0,70
110,0	0,89	0,86	0,83	0,82	0,75	0,70
132,0	0,89	0,87	0,85	0,82	0,78	-
160,0	0,89	0,87	0,85	0,82	-	-
200,0	0,90	0,87	0,85	0,82	-	-
250,0	0,90	0,88	0,86	-	-	-
315,0	0,90	0,88	-	-	-	-
400,0	0,90	0,89	-	-	-	-

Таблица 8

P2, кВт	КПД двигателей с повышенным КПД, % , при числе полюсов					
	2p=2	2p=4	2p=6	2p=8	2p=10	2p=12
15,0	91,3	91,8	90,6	90,0	-	-
18,5	91,8	92,2	91,0	90,6	-	-
22,0	92,3	92,6	91,8	91,4	-	-
30,0	92,9	93,7	91,8	91,8	90,6	-
37,0	93,5	93,7	92,7	92,7	91,0	-
45,0	93,9	93,9	93,5	93,5	92,7	92,3
55,0	94,3	94,3	93,9	93,5	93,5	92,7
75,0	94,6	94,7	93,9	93,9	93,5	93,1
90,0	95,0	95,1	94,3	94,3	93,9	93,5
110,0	94,7	95,1	94,3	94,3	94,3	93,5
132,0	95,1	95,1	94,7	94,7	94,3	-
160,0	95,1	95,1	95,1	94,7	-	-
200,0	95,5	95,5	95,5	95,1	-	-
250,0	95,5	95,5	95,5	-	-	-
315,0	96,0	96,0	-	-	-	-
400,0	96,4	96,4	-	-	-	-

**Выводы:**

1. Российская Федерация и 27 стран ЕС в 2000 г. установили повышенные нормы энергоэффективности двух- и четырёхполюсных АД мощностью от 1,1 до 90 кВт для стран ЕС и мощностью от 1,1 до 400 кВт всех полюсностей для Российской Федерации.

2. Европейский союз ввёл классификацию АД по значению КПД на три класса – нормальный EFF3, повышенный EFF2 и высокий EFF1, для каждого из которых установлены минимальные значения КПД.

3. Требованиям класса EFF2 по КПД соответствуют взрывозащищённые АД при частоте вращения 3000 мин<sup>-1</sup> производства ПЭМЗ мощностью от 2,2 до 11 кВт, производства ЯЭМЗ – от 4 до 30 кВт, производства ВЭМЗ – от 1,5 до 45 кВт, производства МЗЭ и АО НП «Электромаш» - от 1,1 до 11 кВт. При частоте вращения 1500 мин<sup>-1</sup> двигатели производства ПЭМЗ соответствуют по КПД требованиям класса EFF2 мощностью от 2,2 до 11 кВт, производства ЯЭМЗ – от 3 до 7,5 кВт, производства ВЭМЗ – от 7,5 до 45 кВт, производства МЗЭ – от 1,1 до 5,5 кВт, производства АО НП «Электромаш» - от 1,1 до 18,5 кВт.

4. Взрывозащищённые двигатели мощностью от 1,1 до 90 кВт с частотой вращения 3000 и 1500 мин<sup>-1</sup> производства предприятий СНГ требованиям класса EFF1 по КПД не соответствуют.

5. Повышение КПД взрывозащищённых двигателей для перевода их из одного класса в другой, учёт требований по уровню шума ГЕС 60034-9, (редакция 10-2003) и норм звукового давления российских стандартов требуют дополнительных материальных и трудовых затрат, эффективность которых оценивается по приведённым затратам на изготовление и эксплуатацию двигателя.

6. Институт УкрНИИВЭ приступил к созданию отечественной серии конкурентноспособных взрывозащищённых асинхронных двигателей 5В, 5ВР.

**Список литературы**

1. Итоги работы ТЭК за 2005 год // Гидроэнергетика Украины. – 2006. - № 1. С. 13-14.
2. ТЭК Украины – цифры, факты за 2004 год // Гидроэнергетика Украины.-2005. - № 1. – С. 1-10.
3. Макаров К.Д. Направления расчёта основного исполнения серий 5В и 5ВР взрывозащищённых асинхронных низковольтных двигателей мощностью 0,25 – 355 кВт / Макаров К.Д., Акульшина Л.И., Гордыко О.Ю., Шейко В.Г. // Взрывозащищённое электрооборудование: Сб. науч. тр. УкрНИИВЭ. – Донецк, ООО «Юго- Восток, Лтд», 2008. – С. 162 – 167.
4. Каїка В.В. Перспективи впровадження в серійне виробництво нових високоефективних енергозберігаючих вибухозахищених асинхронних двигунів / Каїка В.В., Красніков Г.В., Кукулевський О.В. // Взрывозащищённое электрооборудование: Сб. науч. тр. УкрНИИВЭ. – Донецк: ООО «Юго- Восток, Лтд», 2008.- С.168-173.
5. Ширнин И.Г. Мощности асинхронных двигателей скребковых конвейеров с использованием улучшающих факторов / Ширнин И.Г., Ткачук А.Н. // Праці ЛВ МАІ. – 2005.-№1 ( 10 ). – С. 178-181.
1. Classifying motors according to energy efficiency // Simens Automation and Drives. July 2000. – Классифицированные моторы, согласованные по коэффициенту полезного действия // Автоматизация и привод фирмы Сименс. Июль 2000г.

Надійшла до редколегії 11.05.2009

Рецензент: М.М.Федоров

**И.Г. ШИРНИН, В.А. ПАЛКИН**

Донецкий экономико-гуманитарный институт

**Энергетические показатели взрывозащищённых асинхронных двигателей мощностью до 355 кВт.** В статье показано повышение коэффициента мощности и других показателей взрывозащищённых электродвигателей.

**Коэффициент мощности, взрывозащищённый асинхронный двигатель.**

**І.Г. ШИРНІН, В.А. ПАЛКІН**

Донецький економіко-гуманітарний інститут

**Енергетичні показники вибухозахищених асинхронних двигунів до 355 кВт.** В статті показано підвищення коефіцієнта потужності та інших показників вибухозахищених асинхронних двигунів низької напруги до 355кВт.

**Коефіцієнт потужності, вибухозахищений асинхронний двигун.**