

Серия взрывозащищенных электродвигателей ВА05П

Согласно структуре, сложившейся в электротехнической промышленности, Первомайский электромеханический завод им. К. Маркса специализировался на выпуске взрывозащищенных электродвигателей мощностью до 315 кВт и напряжением до 1140 В для угольной, нефте- и газодобывающей, а также химической отраслей промышленности. Однако такая узкая специализация не могла гарантировать производственное развитие предприятия. Для расширения номенклатуры выбрали новое направление – изготовление мощных взрывозащищенных электродвигателей на напряжение 6000 В.

Серию указанных электродвигателей на напряжение 6000 В, которая базировалась на производимых заводом низковольтных электродвигателях ВА02, разрабатывали научные работники УкрНИИВЭ. По аналогии с электродвигателями ВА02 высоковольтные электродвигатели выполнены в цилиндрической оребренной сварной станине с трубами охлаждения. Они имеют воздушное охлаждение внешним вентилятором и внутреннюю циркуляцию воздуха, осуществляемую внутренним центробежным вентилятором. При этом воздух проходит через внешние трубы охлаждения, в которых электродвигатель охлаждается потоком воздуха, создаваемым наружным центробежным вентилятором. Обмотка статора выполнена из жестких секций с изоляцией «монолит» класса F, при этом перегрев об-

мотки статора принят в соответствии с классом В (ГОСТ 183). Коробка – стальная сварная, в полости которой установлены три фарфоровых изолятора.

Конструкция электродвигателей оказалась проще, чем конструкция серии высоковольтных ВА02, в которых размещались охладитель с большим количеством труб и два внутренних осевых вентилятора. Электродвигатели ВА05П450 лишены этого недостатка, так как в их конструкции используются центробежные вентиляторы, которые позволяют электродвигателям работать с любым направлением вращения.

В 2004 г. начат серийный выпуск электродвигателей ВА05П450 (рис. 1) (В – взрывозащищенный, А – асинхронный, О – обдуваемый, 5 – модификация, П – первомайский, 450 – габарит электродвигателя).

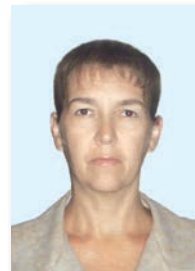
Электродвигатели изготавливают на подшипниках качения. В подшипниковом узле со стороны выступающего конца вала установлены: для двухполюсных электродвигателей – роликовый подшипник 70-32317, а для четырех-, шести- и восьмиполюсных – 70-32322Л. Со стороны, обратной выступающему концу вала, в подшипниковом узле размещены шариковые подшипники типов 70-317 и 70-322. По заказу потребителя можно устанавливать подшипники производства фирм FAG и SKF. Их смазывают через масленки, выведенные наружу с помощью трубок, встроенных в крышке подшипниковых щитов. Применяют консистентную



Р. С. ХОМЯКОВ,
инж.



Л. А. РОМАНЧУК,
инж.



О. В. КОВАЛЕВА,
инж.

смазку типа Литол-24 (ГОСТ 21150) или ЦИАТИМ-221 (ГОСТ 9433). При установке импортных подшипников используют смазку, рекомендованную фирмами – производителями подшипников.

Смазка в подшипниковых соединениях удерживается от вытекания подшипниковыми крышками с жировыми канавками, лабиринтами и взрывонепроницаемым соединением по валу, одновременно обеспечивающими защиту от попадания в подшипниковую камеру пыли.



Рис. 1. Электродвигатель BA05П450.



Рис. 2. Электродвигатель BA05П560.



Рис. 3. Электродвигатель BA05П630.

Коробка выводов состоит из корпуса, крышки, кабельной муфты с зажимом заземления, резинового уплотнительного кольца и нажимной муфты. Три силовых зажима (шпильки М12) на проходных изоляторах крепят к корпусу через резиновые прокладки нажимными фланцами. Внутри корпуса имеется зажим заземления. Корпус коробки – стальной сварной, закреплен к фланцу электродвигателя шестью болтами М16. Изоляторы – фарфоровые, армированы металлическими втулками с помощью компаунда горячего отверждения для прохода токоведущей шпильки. Коробка выводов позволяет вводить бронированные кабели с медными или алюминиевыми жилами с сухой разделкой или заливкой кабельной массой.

Основные технические характеристики электродвигателя BA05П450 приведены в табл. 1.

Начав выпуск электродвигателей на напряжение 6000 В, наше предприятие прежде всего стремилось обеспечить электродвигателями предприя-

тия Украины, но конструкция оказалась такой удачной и надежной, что, проведя определенную рекламную кампанию, мы сумели выйти на рынок России.

Электродвигатели BA05П450 хорошо зарекомендовали себя в Украине и странах СНГ благодаря высокой надежности, использованию новых изоляционных материалов, применению вакуумной пропитки обмоток эпоксидным компаундом – основной изоляции «монолит», высокому уровню энергомеханических характеристик, повышению механической прочности корпуса путем применения стального оребренного корпуса с трубами аксиальной внутренней вентиляции и наружного обдува, снижению уровня шума и вибрации. В 2007 г. электродвигатель BA05П450 стал победителем конкурса «100 лучших товаров Украины».

Во время освоения выпуска электродвигателей BA05П450 пришли к выводу, что это направление имеет значительные перспективы. Поэтому нача-

Таблица 1

Типоразмер	Мощность, кВт	Частота вращения (синхронная), мин ⁻¹	При номинальной нагрузке			$M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}}$	$M_{\text{max}}/M_{\text{ном}}$	$I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}}$
			КПД, %	cos φ	Скольжение, %			
BA05П450SA-2	200	3000	93,2	0,88	0,70	1,0	3,2	6,7
BA05П450SB-2	250	3000	93,9	0,89	0,69	1,1	3,2	6,8
BA05П450SC-2	315	3000	94,6	0,90	0,65	1,3	3,5	7,6
BA05П450M-2	400	3000	95,2	0,91	0,61	1,5	3,8	8,6
BA05П450SA-4	200	1500	94,2	0,88	1,10	1,0	2,1	6,0
BA05П450SB-4	250	1500	94,8	0,89	0,98	1,0	2,3	5,2
BA05П450M-4	315	1500	95,4	0,90	0,87	1,2	2,7	6,0
BA05П450L-4	400	1500	95,7	0,90	0,77	1,4	3,0	6,8
BA05П450S-6	200	1000	94,8	0,83	0,92	1,0	2,0	4,8
BA05П450M-6	250	1000	95,3	0,84	0,81	1,3	2,3	5,4
BA05П450L-6	315	1000	95,6	0,84	0,87	1,2	2,1	5,3
BA05П450M-8	200	750	94,9	0,78	0,90	1,2	2,0	4,4
BA05П450L-8	250	750	95,2	0,78	0,90	1,3	2,1	4,7

ли разрабатывать и подготавливать производство электродвигателей в габарите 560 мм мощностью от 500 до 800 кВт. В течение 2006 – 2007 гг. УкрНИИВЭ разработал конструкторскую документацию, завод изготовил оснастку и первые опытные образцы, которые прошли все испытания. Межведомственная комиссия рекомендовала электродвигатели ВА05П560 к серийному производству, которое было начато в 2008 г.

Электродвигатели ВА05П560 (рис. 2) имеют такие же конструктивные решения по станине и системе вентиляции, как и ВА05П450. В отличие от ВА05П450 их стальные сварные щиты предназначены для обеспечения более высокой прочности взрывонепроницаемой оболочки. Коробки выводов электродвигателей унифицированы. Электродвигатели также изготавливаются на подшипниках качения. В подшипниковом узле со стороны выступающего конца вала установлен роликовый подшипник 70-32326, со стороны, обратной выступающему концу вала, в подшипниковом узле – шариковый подшипник типа 70-326. По заказу потребителя в электродвигателе предусмотрены аналогичные подшипники производства фирм FAG и SKF.

Базовые модели ВА05П450 и ВА05П560 изготавливают с короткозамкнутой литой алюминиевой обмоткой ротора. В настоящий момент освоены и выпускают с этими габаритами электродвигатели частотой вращения 3000, 1500, 1000, 750 мин⁻¹ (мощность от 200 до 1000 кВт).

Производство электродвигателей ВА05П560 на частоту вращения 1000 и 750 мин⁻¹ подготовлено в 2012 г. В этом же году завершена конструкторская работа над электродвигателями ВА05П560 на частоту вращения 3000 мин⁻¹. В отличие от подобных электродвигателей других производите-



Рис. 4. Токарно-карусельные станки: слева – DKZ4000, справа – «Титан».

лей, в конструкции которых применяют подшипники скольжения с жидкой смазкой, электродвигатель ВА05П560 изготавливают на подшипниках качения. Для улучшения работы электродвигателя, повышения надежности подшипниковых узлов их конструкция выполнена по рекомендации специалистов фирмы SKF. В 2013 г. изготовлены первые образцы электродвигателей ВА05П560 мощностью 500, 630 и 800 кВт.



Рис. 5. Токарь-расточник Н. К. Сальников за работой на координатно-расточном станке 2Е470А.

Таблица 2

Типоразмер	Мощность, кВт	Частота вращения (синхронная), мин ⁻¹	При номинальной нагрузке			$M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}}$	$M_{\text{max}}/M_{\text{ном}}$	$I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}}$
			КПД, %	cos φ	Скольжение, %			
BA05П560S-2	500	3000	94,8	0,90	0,50	1,0	2,7	6,0
BA05П560M-2	630	3000	95,1	0,90	0,60	1,0	2,7	6,0
BA05П560LA-2	800	3000	95,5	0,90	0,60	1,1	2,8	7,0
BA05П560LB-2	1000	3000	95,9	0,92	0,73	1,1	2,8	7,0
BA05П560S-4	500	1500	94,5	0,91	0,68	1,5	3,0	7,1
BA05П560M-4	630	1500	95,1	0,92	0,66	1,8	3,1	7,7
BA05П560LA-4	800	1500	95,6	0,92	0,60	2,2	3,4	8,7
BA05П560LB-4	1000	1500	96,0	0,92	0,60	2,2	3,0	7,5
BA05П560S-6	400	1000	94,8	0,83	0,80	1,1	2,2	5,5
BA05П560M-6	500	1000	95,2	0,84	0,80	1,1	2,2	5,5
BA05П560LA-6	630	1000	95,3	0,84	1,0	1,1	2,2	5,5
BA05П560LB-6	800	1000	95,5	0,90	1,0	1,6	2,2	6,0
BA05П560S-8	315	750	94,7	0,78	0,80	1,0	2,2	5,5
BA05П560M-8	400	750	95,0	0,78	0,80	1,0	2,2	5,5
BA05П560LA-8	500	750	95,2	0,89	0,80	1,0	2,2	5,5
BA05П560LB-8	630	750	95,5	0,85	0,80	1,5	2,2	6,0

Конъюнктура рынка выдвигает свои условия и одно из них – наличие ротора с медной обмоткой. В этих целях были разработаны конструкции медных роторов для наиболее используемой частоты вращения 1500 мин⁻¹. Завершено изготовление оснастки, приобретено необходимое оборудование и после изготовления первых образцов и их испытаний электродвигатели с медными роторами за-

пущены в серийное производство. Электродвигатели BA05П450 и BA05П560 выпускают в двух модификациях на напряжение 6000 и 10000 В.

Основные технические характеристики электродвигателей BA05П560 приведены в табл. 2.

В 2010 – 2012 гг. проводились работы по расширению ряда высоковольтных электродвигателей. Они завершились разработкой серии электродви-

гателей BA05П630 (рис. 3). Электродвигатели имеют традиционную конструкцию, в которой есть трубчатые охладители и два осевых вентилятора. Конструктивные особенности электродвигателей потребовали новых подходов к технологии изготовления деталей и сборочных единиц. Необходимо было приобрести новый станочный парк для механической обработки крупных узлов, установить мощные прессы для изготовления магнитопроводов, найти новые решения для изготовления крупных станин, заливки роторов. Эти вопросы успешно решили работники отдела главного технолога.

В 2012 г. после успешных промышленных испытаний и получе-



Рис. 6. Наладчик холодно-штамповочного оборудования А. В. Ильницкий за наладкой двухкривошипного прессы KB3539 усилием 8000 кН.

Таблица 3

Типоразмер	Мощность, кВт	Частота вращения (синхронная), мин ⁻¹	При номинальной нагрузке			M _{пуск} /M _{ном}	M _{max} /M _{ном}	I _{пуск} /I _{ном}
			КПД, %	cos φ	Скольжение, %			
BA05П630S-4	1250	1500	95,3	0,91	0,67	1,1	2,5	5,8
BA05П630M-4	1600	1500	95,7	0,91	0,67	1,3	2,7	6,6
BA05П630L-4	2000	1500	96,4	0,91	0,67	1,1	2,3	5,8
BA05П630S-6	1000	1000	95,8	0,87	0,97	1,2	2,1	5,5
BA05П630M-6	1250	1000	96,2	0,87	0,90	1,2	2,2	6,0
BA05П630S-8	800	750	95,5	0,81	0,93	1,2	1,9	5,5
BA05П630M-8	1000	750	96,0	0,81	0,80	1,2	2,0	5,5

ния разрешительных документов начался серийный выпуск электродвигателей BA05П630 частотой вращения 1500 мин⁻¹ и мощностью 1250, 1600, 2000 кВт. В этом же году проводилась конструкторско-технологическая подготовка производства этих электродвигателей частотой вращения 1000 и 750 мин⁻¹ и в первом полугодии 2013 г. началось изготовление опытных образцов.

Освоение выпуска высоковольтных электродвигателей потребовало перестройки не только технологических процессов, применения новых станков и оборудования, но и изменения психологии людей. Для производства крупных электродвигателей в 2008 г. построен новый корпус – цех крупных машин № 30. Он оснащен необходимым станочным оборудованием (например, токарно-карусельные станки DKZ4000 и «Титан» – рис. 4, координатно-расточной станок 2A62), гидроиспытательными стендами, мощными кранами. Чтобы изготовить крупные штампы в инструментальном цехе № 7, установили координатно-расточной станок 2E470A (рис. 5). В цехе № 12 для изготовления листов статора и ротора крупных электродвигателей смонтировали пресс KB3539, ведется монтаж второго пресса (рис. 6). В цехе № 30 расположена испытательная станция для проведения приемосдаточных испытаний электродвигателей BA05П450, BA05П560 и BA05П630, которая располагает диагностической системой «Компакс-РПЭ».

Основные технические характеристики электродвигателя BA05П630 приведены в табл. 3.

Для удовлетворения потребности заказчиков заводом проводятся работы для создания прибора диагностики, который будет предназначен для контроля температуры подшипников, обмотки статора и вибрации подшипниковых узлов, а также для выдачи предупредительного сигнала в случае выхода контролируемых величин за допустимые границы. Наличие такого прибора позволит не допустить создания аварийных ситуаций и преждевременного выхода электродвигателя из строя.

Электродвигатели серии BA05П отличает от аналогичных электродвигателей других производителей высокая надежность благодаря прочной сварной конструкции корпуса, которая обеспечивает высокую устойчивость к механическим воздействиям, увеличение прочности вала за счет использования высокопрочной стали и отказа от посадки пакета ротора (вместо приварных ребер) непосредственно на вал. Сердечник статора представляет собой прочную конструкцию, сохраняющую свою жесткость в течение всего срока службы электродвигателя. Статор в сборе пропитывается под давлением с вакуумированием.

Освоение этой серии электродвигателей позволило предприятию значительно расширить номенклатуру выпускаемых изделий и обеспечить потребность в высоковольтных электродвигателях не только предприятия в Украине, но и в других странах СНГ.