

ОБЗОР ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН и ИХ КОМПОНЕНТОВ



Текст: Александр Туренко



Электрические машины (ЭМ) – электродвигатели и электрогенераторы находят широкое применение в различных областях современной жизни, их используют в быту и промышленности.

Чтобы обеспечить современные требования по изготовлению надёжных и долговечных ЭМ и их основных компонентов – статоров, роторов, корпусов, управляющей электроники, разнообразных электрических катушек и т. д., необходимо специализированное высококачественное оборудование.

Сегодня на российских производствах реализуются обширные программы модернизации, поэтому российские промышленные предприятия активно интересуются современным и надёжным оборудованием для производства электрических машин. Процесс изготовления ЭМ является технически сложным и требует использования современных технических и технологических решений.

ЭМ состоят из множества деталей и узлов. Есть узлы, которые вращаются с высокой скоростью до нескольких тысяч и более оборотов в минуту (роторы). При их значительном весе (особенно для больших электродвигателей и генераторов (БЭМ)) и высоких скоростях вращения роторов необходимо избегать вибраций и перегрева узлов машин для обеспечения длительной и надёжной работы.

Особенно ответственным является процесс изготовления статоров и роторов БЭМ. Требуется сложное оборудование для обеспечения надёжной электрической изоляции роторов и статоров, для качественной сварки коллекторов и т.д. Это изолировочные машины, машины для намотки роторов и статоров, машины для сварки коллекторов, балансировочные станки, станки для прорезки пазов коллекторов и многие другие.

Еще один важный процесс – изготовление статорных катушек БЭМ. Для этого используют полуавтоматы и автоматы для изготовления статорных катушек, их изолировки, машины для окончательного формования катушек. Здесь требуется высокая точность формовки, чтобы эти изделия точно ложились в пазы статоров при окончательной сборке БЭМ. Сейчас на многих производствах России осуществляют ручную сборку БЭМ и изготавливают статорные катушки на простых станках. При этом используется ручная подгонка для помещения катушек в пазы статоров, где приходится использовать такой «высокотехнологический» инструмент, как монтажный молоток. Сам процесс изготовления и сборки катушек занимает много времени, что недопустимо при требуемом объёме производства.

В статье будет представлен обзор единиц оборудования компаний **CAM Innovation** и **Broomfield** и компании **FASP Automazioni**. Они хорошо зарекомендовали себя как качественные производители специального оборудования для изготовления больших электрических машин мощностью от нескольких киловатт до мегаваттного уровня мощности. В ассортименте их продукции есть также намоточное оборудование и другое спецоборудование, например, для пропитки намотанных катушек, для изготовления специальных катушек индуктивности, заливаемых жидким гелием для компьютерных томографов в медицине и т. д.

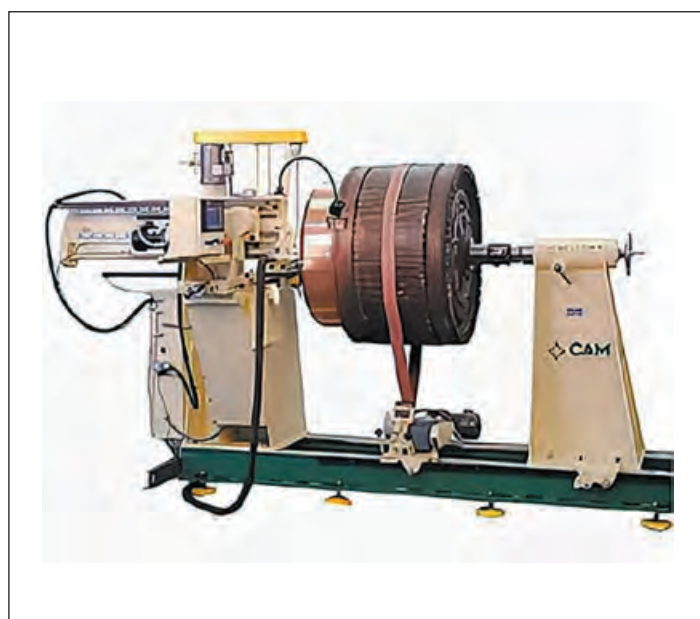
CAM Innovation уже в течение 100 лет проектирует, изготавливает и поставляет современное оборудование для производства, ремонта и обслуживания электрических машин. Оборудованием компании оснащены электромашинные цеха более чем в 60 странах мира. Заказчики CAM Innovation: РЖД, Русэлпром, Татэлектромаш, Rem-and-Coil, General Electric, EMD, Alstom, Bombardier, ABB, Siemens, Baldor, Hitachi, Toshiba. С 1920 года компания CAM Innovation произвела тысячи станков для изготовления моторов постоянного и переменного тока.

Рассматриваемые компании поставляют свою продукцию в крупнейшие мировые энергетические концерны, предприятиям авиационного и космического комплекса, компаниям-производителям судов, в небольшие частные компании и ремонтные цеха электрооборудования.

Оборудование компании CAM Innovation

Оборудование предназначено для производства/ремонта электродвигателей (электромоторов) и электрогенераторов.

На рис. 1 показан станок для «продорожки» коллектора коллекторных электромоторов для изготовления параллельных пазов в коллекторах электро-



1

Автомат для «продорожки» коллектора



2

Бандажировочный станок



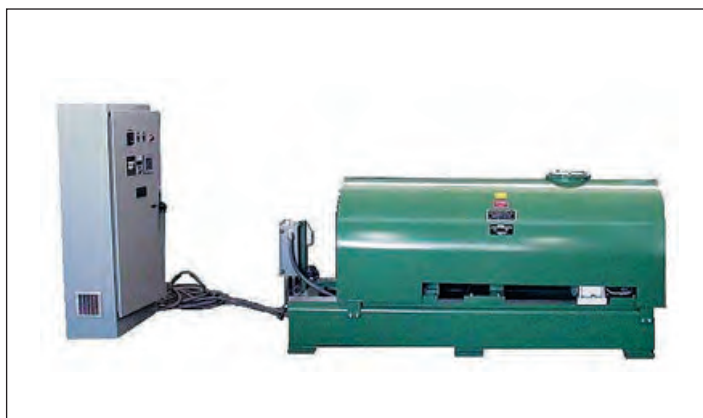
3

Автомат для зачистки и обрезки проводов RW



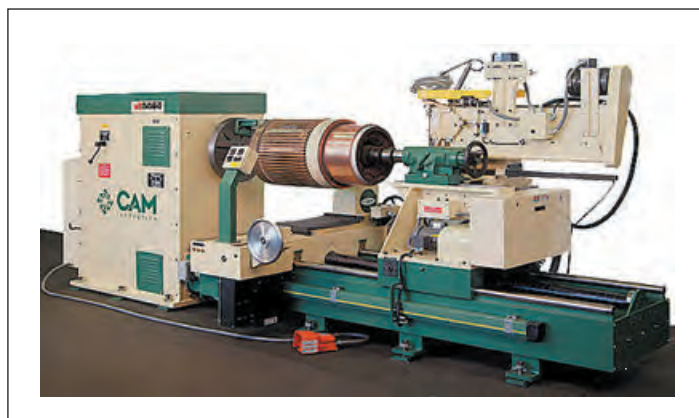
4

Автомат для прорезки коллектора в сборе



5

Автоматизированный станок для термодинамической формовки коллектора



6

Универсальное оборудование для ремонта якорей

двигателей. Пазы электрически изолированы друг от друга. Они разделяют ламели коллектора, которые электрически изолированы между собой. К ним привариваются выводы намотанных полюсов якорей электродвигателей.

«Бандажировочный» станок (рис 2) предназначен для бандажирования в плотную упаковку выводов намотанных полюсов электродвигателей.

На рис 3 показан автоматический станок для сварки выводов намотанных полюсов якорей электродвигателей, а на рис 4 – автоматический станок для прорезки коллекторов в сборе.

Автоматический станок, представленный на рис 5, предназначен для термодинамической формовки коллекторов.

На рис 6 показано оборудование для ремонта якорей электродвигателей.

Также CAM Innovation является широко известным в мире производителем современной технологии изготовления статорных обмоток для асинхронных двигателей



7

Линия для намотки «лодочек»

Flat Coil System. Это оборудование применяют для изготовления электрических катушек такие компании, как Hitachi, Toshiba, General Electric, General Motors, Rockwell и каждый производитель электрических обмоток в Северной Америке.

Существуют два способа изготовления статорных катушек. Первый способ – традиционный. Он применяется наиболее широко, но требует ручной изолировки головок статорных катушек:

- На намоточном станке наматывается катушка формы «лодочка» из проводника (медная шина прямоугольного сечения).
- Затем катушка формируется на формовочном станке для придания ей окончательной формы.
- На изолировочном станке проводится изолировка катушки, возможна автоматическая изо-



8

Формовочный автомат модели RAL



9

Лентоизолировочный автоматический станок ХУТ

лировка пазовых и лобовых частей. Изолировка головки статорной катушки осуществляется вручную.

Второй способ производства статорных катушек является революционным и осуществляется по **технологии FLAT COIL.**

Технология Flat Coil снижает трудоёмкость производства до 40-50 %, исключая ручной труд изолировки головок и одновременно обеспечивая высокое качество катушек.

Суть данной технологии в следующем: На намоточном станке наматывается катушка формы «лодочка» из проводника (медная шина прямоугольного сечения).

На автоматизированном изолировочном станке проводится изолировка катушки «лодочка» изолирующей лентой. Изолируются зоны пазовых, лобовых частей и головки катушки.

Затем заизолированная «лодочка» подается на предформовочный станок для придания катушке формы «D» и далее на автоматизированный формовочный станок для придания катушке окончательной формы.

Особый интерес у заказчиков вызывают станки для производства катушек с намоткой на ребро. CAM Innovation производит такие станки модели EW.

Еще один станок CAM Innovation – автомат для обжата ротора. Автомат для обжата ротора асинхронного двигателя разработан для закрепления стержней в пазах ротора путем их обжата для предотвращения осевого движения стержней во время работы мотора.

Оборудование компании CAM Innovation гарантирует изготовление электрических машин по-



Автомат дает постоянный одинаковый результат по параметрам заготовки, имеет автоматическое направляющее устройство для провода и автоматический контроль натяжения провода.

1 0

Автомат SW для намотки «лодочек»

стоянного и переменного тока в соответствии с самыми современными технологиями и высоким качеством.

Оборудование компании Broomfield

Другим известным производителем станков и линий для производства электротехнического оборудования, включая электродвигатели и генераторы, является американская компания Broomfield.

Рассмотрим продукцию этой компании.

Broomfield выпускает станки средней и большой мощности для рядовой намотки провода круглого и прямоугольного сечения. На данном оборудовании



Формование формы «D» из «овальной лодочки». Для этой предварительной формовки используется автомат SCC. Для формовки оператору достаточно нажать кнопку «старт». Процесс занимает всего несколько секунд.

1 2

Автомат SCC для предформовки катушки в форму «D»



1 1

Автомат намотки статорных катушек

можно наматывать катушки диаметром от 200 мм (можно и меньшего диаметра) до катушек диаметром 1990 мм. При этом диаметр провода для намотки катушек может варьироваться от 0,1 мм до 2-7,3 x 29 мм. Вес катушек может достигать 13,6 т. при длине катушек до 3,6 м.



Формование финальной формы катушки из заготовки формы «D» на формовочных автоматах моделей RAL или SCZ. При этом автоматически достигается точный радиус лобовых частей. На выходе получают точную геометрию катушки, готовой для укладки непосредственно в статор.

1 3

Формовочные автоматические станки моделей RAL и SCZ



1 4

Станок EW для намотки катушек на ребро

Кроме того, имеется широкий выбор моделей машин для перемотки фольги/ленты от минимальной её ширины до максимальной, составляющей 1524 мм.

Есть намоточные станки для намотки тяжёлых роторов БЭМ.

Broomfield также производит намоточные станки для намотки многополюсных якорей электро-



- ручная и автоматическая намотка;
- диаметр катушек до 1600 мм;
- провод 2,6-7,3 мм;
- три ступени с регулировкой скорости до 85 об/мин.;
- совместимость с катушками до 3600 кг.

1 7

Станок 500С для рядовой намотки провода



1 5

Автомат для обжатия ротора



- диаметр катушек до 254 мм;
- провод 0,25-3,6 мм;
- 6 скоростных передач;
- электронная направляющая система для провода;
- простая наладка для катушек: поштучно и партиями.

1 6

Станок 200С для рядовой намотки провода

Компания **Broomfield** основана и выпускает свою продукцию с 1980 г. Ассортимент включает самые разные модели: от простых ручных намоточных установок до крупных высокопроизводительных автоматических намотчиков с устройствами натяжения. Последние позволяют изготавливать обмотки очень больших размеров. Эти намоточные станки применяются для производства:

- трансформаторов (с обмоткой из проволоки и из фольги);
- генераторов;
- электромагнитов для МРТ-оборудования;
- сварочных станков;
- зарядных устройств;
- электродвигателей и прочего оборудования, в котором используются обмотки.



- диаметр катушек до 1880 мм;
- совместимость с катушками до 13600 кг;
- длина катушек до 3,6 м;
- возможность индивидуального выбора параметров скоростей и крутящего момента для станков до 20 300 Нм.

1 8

Тяжёлый станок 900С для рядовой намотки провода

двигателей. Доступен широкий выбор намоточных станков для МРТ-оборудования, различные установки капельной пропитки якорей электродвигателей.

Имеются также станки для формирования катушек с использованием CNC-управления (рис 2 2), механизмы натяжения проволоки, станки для обвязки якорей, расширяемые механизированные оправки и т.д.

Компания **Broomfield** предлагает оборудование для производства электротехнических изделий в очень широком спектре интересов наших производителей.



- направляющие системы для провода (шины);
- постоянное натяжение для провода;
- органы управления для намотки с расщеплёнными полюсами и со смещением.

2 0

Станок для полюсной намотки тяжёлых генераторов



- ширина фольги до 1524 мм;
- одна или несколько полос фольги;
- изоляция слоёв;
- присоединение выводов при помощи систем холодной сварки, прессовой и газо-вольфрамовой сварки.

1 9

Станок для намотки фольги шириной до 1524 мм

Оборудование компании FASP Automazioni (Италия)

Изготовление статоров электрических машин является ответственным и сложным процессом при производстве генераторов. Наиболее интересным европейским



- большой выбор стандартных моделей для обработки якорей диаметром до 146 мм;
- нанесение на якорь электродвигателя различных смол и покрытий;
- программируемая печь с несколькими зонами для предварительного прогрева и термоотверждения;
- система управления на базе PLC;
- датчики температуры деталей;
- точное нанесение смолы.

2 1

Установка капельной пропитки якорей электродвигателей



- программируемая 8-координатная высокоскоростная система управления станком Fanuc;
- программируемые серво оси для контроля формы и размера катушек;
- гидравлические оси для зажима катушек;
- самоустанавливающаяся винтовая ось с «маховичком» для настройки положения бокового зажима;
- безопасные контрольные кнопки с двуручным управлением для установки катушки.

2 2

Станок для формирования катушек

поставщиком оборудования для производства статоров электрических машин является компания FASP Automazioni (Италия).

Оборудование, производимое компанией FASP

- Станки для сборки и сварки электродвигателей 1.
- Станки для изоляции слотов электродвигателей. Эти станки автоматически осуществляют изоляцию слотов генераторов 2.
- Станки для намотки полюсов статоров электродвигателей 3.
- Станки для формования головной части статоров. Эти станки используются после намотки генераторов для уплотнения намотки и придания ей определённой формы для вставки в корпус генератора 4.
- Станки для изоляции статоров 5.
- Автоматические центры по намотке катушек статоров и втягиванию их в пазы статоров 6.
- Роботизированные автоматические линии для производства статоров.
- Сборочный робот.

Сегодня в ООО «Остек-ЭТК» поступает большое количество запросов на машины и линии для изготовления больших электрических машин (БЭМ). Заказчиков интересует качественное и надежное оборудование для изготовления электродвигателей и генераторов. Большой интерес вызывают станки для производства

FASP Automazioni это итальянская компания, которая разрабатывает и производит оборудование для производства электродвигателей и генераторов от отдельных машин до роботизированных автоматических производственных линий.



статорных катушек: станки для изолировки статорных катушек, формования статорных катушек, катушек намотки на ребро, для производства различных типов электродвигателей коллекторного типа, асинхронных электродвигателей, электродвигателей с магнитным ротором и т.д.

Оборудование компаний CAM Innovation, Broomfield, FASP отвечает всем актуальным требованиям предприятий и отличается надежностью, качеством и высокой эффективностью. ▢