

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

11

ГОД ИЗДАНИЯ 59-й

1938

НОЯБРЬ

ЖУРНАЛ НАРКОМАТОВ ТЯЖЕЛОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ И АКАДЕМИИ НАУК СССР

Адрес редакции: Москва, Бол. Калужская, дом 67, 1 этаж, комн. 144; тел. В 5-32-79

Адрес для корреспонденции: Москва, Главный почтамт, почтовый ящик № 648.

*Да здравствует великое, непобедимое знамя
Маркса—Энгельса—Ленина—Сталина! Да здравст-
вует ленинизм!*

*(Из лозунгов ЦК ВКП(б) к XXI годовщине
Великой Октябрьской социалистической революции)*

Советское электромашиностроение к XXI годовщине Октября

А. И. Бертинов
ХЭТЗ им. Сталина

НАСТОЯЩАЯ статья освещает основные и наиболее актуальные вопросы производства электрических машин в СССР в сравнении с заграничной техникой и базируется, главным образом, на опыте Харьковского электромеханического и турбогенераторного завода (ХЭТЗ) им. Сталина.

За последнее десятилетие развитие союзного и мирового электромашиностроения привело к значительному повышению технического уровня электрооборудования при огромном расширении номенклатуры.

Развитие электромашиностроения шло по следующим основным направлениям: снижение удельного расхода материалов, главным образом меди, на 1 kW; повышение эксплуатационной надежности конструкций в области обмоток и изоляции; снижение потерь, в первую очередь дополнительных и вентиляционных; улучшение эксплуатационных характеристик; упрощение технологии; унификация типов машин и отдельных конструктивных узлов.

Для усовершенствования машин проводились такие мероприятия: применение сварки, штамповки и пламенной резки, что позволило заменить чугунное (стальное) литье сварными или штампованными деталями и снизило конструктивные веса до 50% (станины, корпуса роторов, щиты, плиты и т. д.); замена чугуна стальным литьем и применение высококачественных легированных сталей, что позволило повысить магнитные (станины машин постоянного тока) и механические (валы, роторы и т. д.) нагрузки; замена подшипников

скольжения подшипниками катания и уменьшение отношения $\frac{l}{d}$ в среднем с 2,5 до 1,5; применение немагнитных сплавов (для нажимных фланцев, кронштейнов, пальцев и т. д.) и двухслойной обмотки с сокращенным шагом; улучшение методики проектирования и экспериментирования, на основе чего была усовершенствована вентиляция и повышены электромагнитные нагрузки, что в свою очередь позволило значительно повысить использование модели и поднять к. п. д. С 1910 г. $AS \times B_l$ увеличилось примерно в три раза. Сильно изменилась технология производства. Обычными стали на машиностроительных заводах машины для микафолия, лакировочные машины для электротехнической стали, вакуум-компаундные котлы для обмоток, печи для запекания обмотанных роторов и миканизации полюсов и т. д.

Советское электромашиностроение на базе успешного выполнения второй сталинской пятилетки в основном освоило передовые конструкции Европы и Америки, создав вместе с тем немало замечательных оригинальных машин. Однако в результате вредительской деятельности врагов народа, троцкистско-бухаринских агентов фашизма в энергетике ряд областей электромашиностроения весьма отстает от современного технического уровня, особенно в части технологии и исследований. Этому отставанию необходимо положить конец, ликвидировав последствия вредительства в кратчайший срок.

Снижение удельного веса машин с 1930 по 1938 г. идет медленнее, нежели с 1920 по 1930 г. Это

объясняется тем, что вначале снижение веса машин шло, главным образом, за счет уменьшения конструктивных весов в связи с наличием больших резервов проектирования.

Современные машины, как правило, имеют высокоиспользованные активные и конструктивные элементы. Дальнейшее совершенствование будет являться результатом глубокой научно-исследовательской и проектной работы, направленной на

и 250 000 kW, 1500 об/мин, если подобные машины потребуются социалистическому народному хозяйству.

Характерными особенностями союзной серии турбогенераторов являются: стройность типов, эксплуатационная надежность конструкции и высокий к. п. д. при минимальном удельном расходе материалов.

В конце 1938 г. на электростанциях СССР вводятся в эксплуатацию два рекордных агрегата: турбогенератор 100 000 kW, 3000 об/мин, 15 750 V, $\cos \varphi = 0,9$, с двухцилиндровой турбиной на 400° C, 29 ат, изготовленные комплексно заводом «Электросила» им. Кирова и ЛМЗ им. Сталина, и турбогенератор 100 000 kW, 1500 об/мин, 15 750 V, $\cos \varphi = 0,85$, с двухцилиндровой турбиной на 400° C, 29 ат, изготовленные комплексно ХЭТЗ им. Сталина (см. рис. стантора на обложке этого номера).

Следует иметь в виду, что за последние годы в Европе построен фирмой SSW турбогенератор предельной мощности с воздушным охлаждением на 80 000 kVA, 3000 об/мин, 11 000 V, $\cos \varphi = 0,7$. Одновальные турбогенераторы предельной мощности при 1500 об/мин построены в Америке фирмой GEC на 160 000 kW, а в Европе фирмой MV (Metro Vickers) на 100 000 kW, 10 500 V, $\cos \varphi = 0,9$. Таким образом в отношении предельных мощностей при 3000 об/мин нами побит

мировой рекорд, а при 1500 об/мин — европейский.

Постройка указанных выше машин советскими кадрами и из советских материалов характеризует огромные успехи, достигнутые во второй пятилетке не только электромашиностроением, но и целым рядом других отраслей народного хозяйства, в первую очередь металлургией.

Технический уровень советского турбогенераторостроения, техно-экономические и весовые показатели отражены в приводимой ниже табл. 1, где дано сопоставление с машинами передовых фирм капиталистических стран.

Таблица 1

Страны	kVA	V	Об/мин	$\cos \varphi$	Общий вес	Медь kg/kVA	Железо kg/kVA	К. п. д.
США (GEC)	100 000	16 500	1500	1,0	230	0,219	1,58	98,3
Англия (MV)	111 000	10 500	1500	0,9	235	0,176	1,54	98,2
СССР («Электросила»)	111 000	15 750	3000	0,9	220	—	—	98,2
СССР (ХЭТЗ)	118 000	15 750	1500	0,85	235	1,98	1,36	98,35
Германия (SSW)	80 000	11 000	3000	0,7	156	—	—	97,2

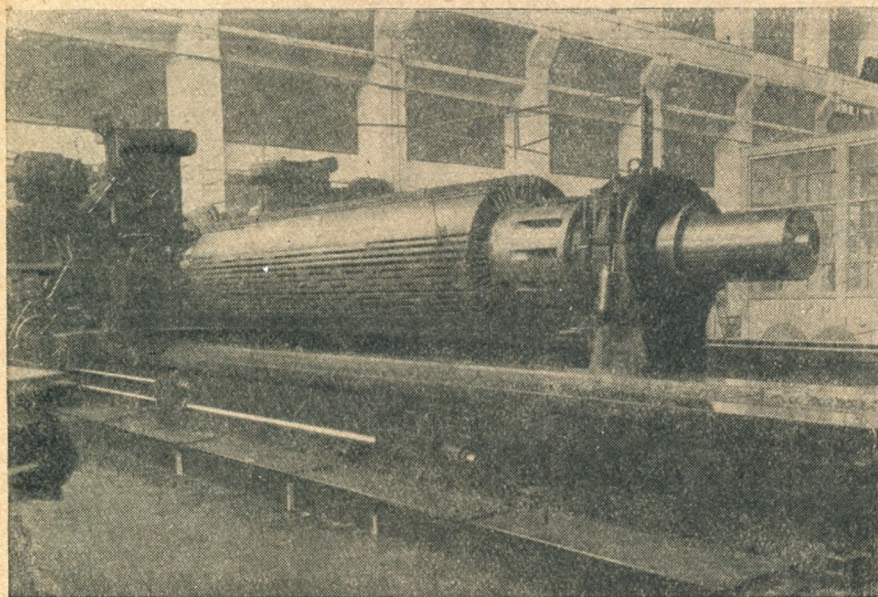


Рис. 1. Ротор турбогенератора ХЭТЗ, 100 MW, 1500 об/мин, 15 750 V, $\cos \varphi = 0,85$, на фрезерном станке

ряду с улучшением существующих конструкций к изысканию принципиально новых конструктивных форм, методов охлаждения, материалов и технологических процессов. Уже сейчас во всю ширь необходимо поставить вопрос об экономических показателях проектирования, так как не всегда машины минимального веса (особенно корабельные и железнодорожные) экономичны с точки зрения народного хозяйства, к. п. д. и расхода топлива.

Во второй пятилетке созданы материальная база и прекрасные кадры электромашиностроения, которые под руководством коммунистической партии преодолевают отставание электропромышленности и выполняют указание вождя народов товарища Сталина, сделав советские машины самыми лучшими в мире.

Турбогенераторостроение. Союзное турбогенераторостроение, являющееся детищем Великой Октябрьской социалистической революции, по праву занимает одно из первых мест в мировой электротехнике и первое место в Европе. Турбогенераторы союзного производства общей мощностью более 5 000 000 kW снабжают нашу страну электроэнергией.

В СССР освоено производство новейшей серии турбогенераторов от 500 до 100 000 kW в двухполюсном исполнении и 50 000—100 000 kW в четырехполюсном исполнении. Электропромышленность СССР может справиться и с задачей производства турбогенераторов 150 000 kW, 3000 об/мин

Анализ мирового энергостроительства, соображения оборонного характера и рационального резервирования свидетельствуют, что наиболее ходовыми типами являются турбогенераторы 25 000 — 50 000 kW на 3000 об/мин.

В странах Европы и Америки отмечается тенденция к понижению мощности устанавливаемых агрегатов. Средняя мощность устанавливаемой машины снижается. США и Канада установили за последние три года на центральных станциях 98 турбогенераторов, из которых 53 машины мощностью 20 MW и более, но не выше 60 MW, 3600 об/мин с водородным охлаждением и не выше 88 MW при 1800 об/мин — с воздушным охлаждением. За тот же период установлено 133 турбогенератора на заводских станциях, из которых только 11 имеют мощность более 7,5 MW. Генераторы от 10 до 50 MW составляют 50% мощности машин, заказанных AEG в 1937 г.

В области применения водородного охлаждения и разработки проблемы повышенного напряжения мировой электропромышленность продвинулась далеко вперед. GEC и Westinghouse построили за 1936 — 1938 гг. по несколько турбогенераторов от 25 000 до 60 000 kW при 3600 об/мин и 60 000 — 75 000 kW при 1800 об/мин с водородным охлаждением (общей мощностью до 1 000 000 kW). Из 53 крупных турбогенераторов, установленных в 1936 — 1938 гг., 27 имеют водородное охлаждение. Америка, которая до 1936 г. имела предельную мощность на 3600 об/мин, равную 20 000 kW, теперь с внедрением водородного охлаждения резко увеличила выпуск двухполюсных машин на 3600 об/мин до 60 000 kW, так как потери трения при этом способе охлаждения перестали играть доминирующую роль, и металлургия обеспечила электропромышленность надежной хромоникель-молибденовой сталью с пределом текучести 55 kg/mm² для поковок роторов и 90 kg/mm² для поковок капп. Переход на быстроходные машины дал возможность снизить вес установок на 15% при некотором уменьшении к. п. д.

Турбогенераторы 25 000, 50 000 и 100 000 kW на 3000 об/мин (особенно последние две машины), безусловно, необходимо выполнять с водородным охлаждением.

Преимущества водородного охлаждения бесспорны и очевидны: увеличение мощности до 25%, снижение потерь на трение и вентиляцию в 10 раз (т. е. увеличение к. п. д. на 1% при полной нагрузке и на 2% при половинной), значительное повышение надежности работы обмоток статора и ротора, бесшумность, удлинение периода между ревизиями, — все это реально должно быть использовано советским электромашиностроением в самое ближайшее время.

Применение водородного охлаждения, помимо технико-экономических преимуществ, важно и с точки зрения повышения предельной мощности турбогенераторов: дальнейшее увеличение мощности агрегата лимитируется генератором.

Применение водородного охлаждения к турбогенераторам, к крупным синхронным машинам требует немедленного изучения различных конструкций уплотнения в местах выхода вала из станины, плотности сварных швов против утечки водорода. Необходимо организовать разработку и экс-

периментальную проверку схемы и аппаратуры для автоматического наполнения и поддержания в машине определенного давления, процента состава водорода, а также подробно изучить поведение изоляции, покровных лаков и т. д. в атмосфере водорода. Большое количество нужных для этого аппаратов (ртутный выключатель, микроманометр, газоанализатор и т. д.) уже освоено союзными заводами.

Высоковольтные машины. Постройка высоковольтных машин получила распространение, главным образом, в Англии, где фирмы Parsons и MV построили и установили, начиная с 1928 г., турбогенераторы 20 000 — 50 000 kW, 3000 и 1500 об/мин, общей мощностью около 500 000 kW при 33 000 — 36 000 V.

Основное известное преимущество передачи энергии на генераторном напряжении — это устранение повысительных трансформаторов, упрощение и удешевление схемы коммутации станции. Турбогенератор при этом увеличивается по размерам вследствие меньшего использования активного слоя. Стоимость машины возрастает примерно на 2% на каждый киловольт сверх принятого номинала. К. п. д. блока генератор-трансформатор (генератор-автотрансформатор) практически равен к. п. д. высоковольтного турбогенератора.

Заводы ХЭТЗ и „Электросила“ имеют достаточно данных для проектирования и изготовления высоковольтного турбогенератора с водородным охлаждением и со ступенчатой обмоткой. Однако нельзя признать подобную конструкцию вполне удовлетворительной; более совершенной является обмотка кабельного типа, но и последняя обладает рядом существенных недостатков.

Наиболее совершенным является применение так называемой американской обмотки, проектирование которой требует большой научно-исследовательской работы, направленной к изучению распределения градиента электрического поля, у выхода стержня из паза и в зоне лобовой части обмоток. Перед конструктором стоит задача устранения чрезмерных градиентов поля путем правильного крепления лобовых частей, а также создания постепенно увеличивающегося поверхностного сопротивления изоляции обмотки от пазовой к лобовой части.

В настоящее время ХЭТЗ совместно с ВЭИ ведет эскизную разработку турбогенератора на 35 000 V с масляным охлаждением статора и водяным охлаждением ротора. Принципиальный эскиз машины показан на рис. 2.

Стержни обмотки статора полые цилиндрические, внутри них циркулирует масло. Изоляция стержня — кабельная бумага. Обмотка — американского типа. Ротор от статора отделен изолятивным цилиндром. Ротор по внутренним каналам охлаждается водой, поступающей через специальный коллектор.

Предварительные расчеты показывают, что подобная машина по стоимости и габаритам находится на уровне машин на 11—15 kV. Задача научно-исследовательских институтов и заводов — изучить применение негорючего масла (сокола или подобного ему), разработать надежную конструкцию сопряжения прямолинейной и лобовой части обмоток, создать полый кабель и изоляцию кабельного типа для работы в условиях электромашины и т. д.

Жидкостное охлаждение машин, видимо, никогда не станет массовым, однако для специальных случаев оно, несомненно, найдет применение. Поэтому ВЭИ совместно с заводами должно включить в свой план разработку вопросов, связанных с жидкостным охлаждением электромашин.

В связи с проблемой постройки генераторов высокого напряжения и прямого пуска моторов переменного тока от сети 6000—10 000 В широко ставится изучение вопросов защиты машин от коммутационных и, главным образом, атмосфер-

станции на 40—100% при значительном снижении удельного расхода топлива. Например, за 10 мес. 1936 г. из 19 проданных Westinghouse машин мощностью более 15 000 kW—8 машин (всего на 217 000 kW, или 35%) пошли для надстройки. Примерно так же обстоит дело в 1936—1937 гг. у GEC.

Ряд наших электростанций находится в аналогичном положении и им необходимо готовиться к подобной реконструкции.

Гидрогенераторостроение. СССР обладает огромными, еще неиспользованными в полной мере водными энергоресурсами. Число гидростанций в СССР в настоящее время явно недостаточно и зна-

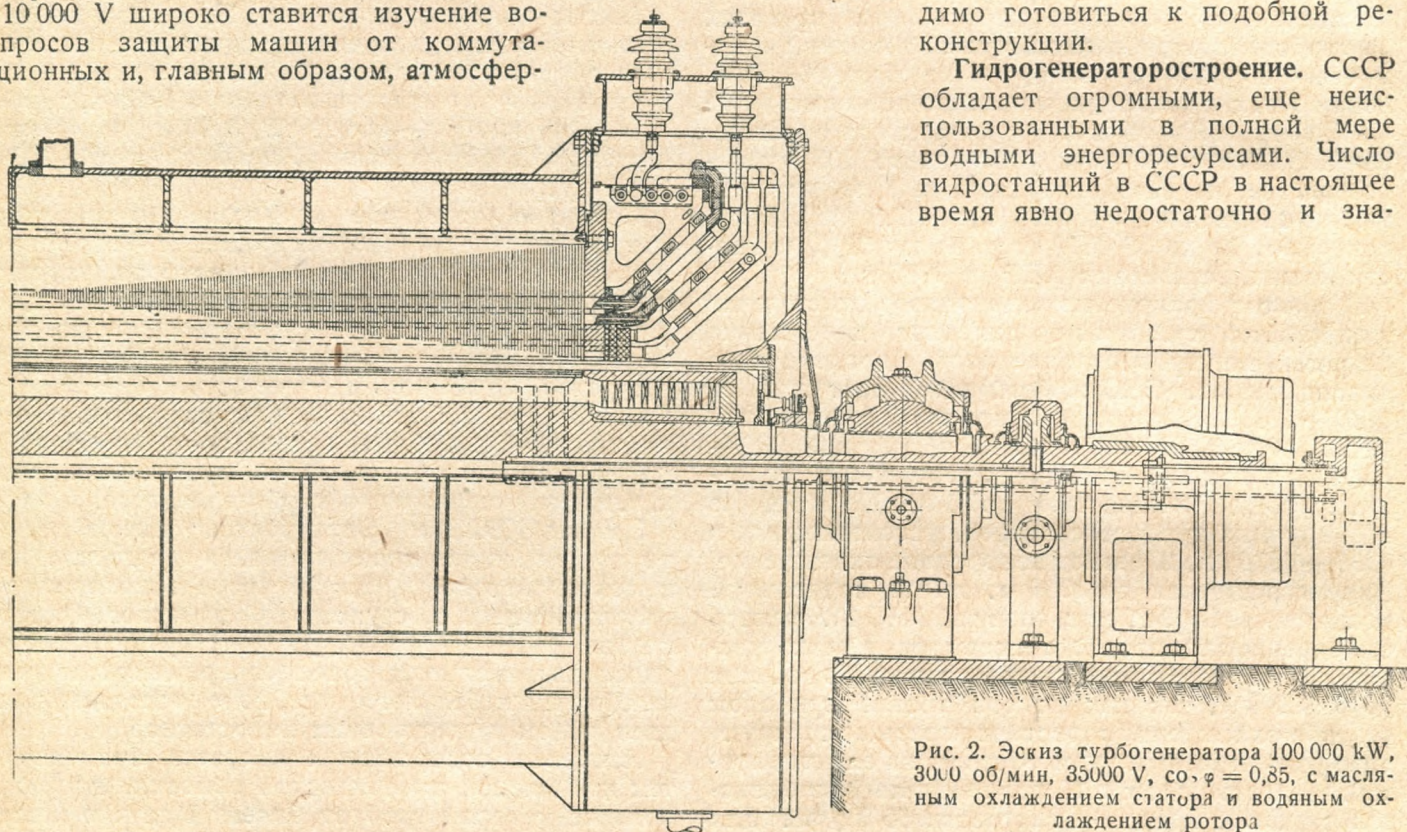


Рис. 2. Эскиз турбогенератора 100 000 kW, 3000 об/мин, 35000 В, $\cos \varphi = 0,85$, с масляным охлаждением статора и водяным охлаждением ротора

ных перенапряжений. Исследования должны идти по пути изучения импульсной прочности междувитковой изоляции и изыскания надежных методов расчета и проверки волнового сопротивления обмоток.

Междувитковая изоляция статорных обмоток моторов, предназначенных для прямого пуска от сети 6—10 kV, особенно первые 10% витков от начала фазы, должна быть несколько усилена. Междувитковая изоляция секций подобных моторов должна, как правило, подвергаться испытанию импульсным напряжением.

Для надежной работы высоковольтных генераторов на воздушную линию должны быть разработаны специальные схемы защиты от атмосферных перенапряжений включением разрядников, параллельных емкостей и т. д.

Развитие современного турбогенераторостроения, направленное к внедрению турбин высокого давления и высоких температур, переводу генераторов на водородное охлаждение, увеличению числа и мощности быстроходных машин, повышению генераторного напряжения, привело к тому, что ряд установок морально устарел и требует реконструкции.

Наиболее экономичным методом реконструкции является пристройка агрегатов, которая по данным Westinghouse позволяет увеличить мощность

значительно отстает от уровня США, где мощность гидростанций составляла в 1937 г. 27,33% при 35,35% годовой выработки электроэнергии в общем балансе страны. Удельный вес гидростанций в новом энергостроительстве будет все время возрастать.

В связи с этим задача непрерывного совершенствования гидрогенераторов является особо актуальной.

Союзное гидрогенераторостроение, освоив около 25 типов машин суммарной мощностью около 1 000 000 kVA, занимает передовые позиции в Европе, но отстает по предельным мощностям от Америки. За последние годы электротехнические фирмы за границей выпустили машины, предельные мощности которых характеризуют рост мощности на 1 об/мин, связанный со значительным усложнением задач проектирования и производства.

Кроме того, фирма Westinghouse построила гидрогенератор 67 500 kVA, 13 800 В с диаметром расточки 7000 мм, и гидрогенератор зонтичного типа 40 000 kVA, 13 800 В, 81,8 об/мин. Фирма AEG в 1937 г. построила гидрогенератор на 50 000 kVA, 115 об/мин, фирма MV—на 24 000 kVA, 214 об/мин. Стоит отметить гидрогенератор фирмы GEC на 36 000 kVA, 85,7 об/мин, в Joe Wheeler и гидрогенератор 9000 kVA,

138 об/мин, Idaho Power Company, установленные вне здания (табл. 2).

Союзное гидрогенераторостроение овладело производством всех элементов современных конструкций и использует при изготовлении машин наиболее совершенную технологию. Применяются двухслойные обмотки статора из одинаковых секций с сокращенным шагом, с непрерывной гибкой микафолиевой изоляцией класса В, обработанные в вакуум — компаундных котлах. Применяются обмотки ротора из шинной меди, намотанной на высокое ребро. Для междувитковой изоляции употребляется асбестовая бумага на шеллаке, запеченная при большом давлении. Корпуса полюсов механизмируются. Сегменты сердечника статора выполняются из высоколегированной электротехнической стали и покрыты эмалью. Основные конструктивные узлы переведены на сварку и штамповку. Все это позволило снизить веса, поднять надежность и к. п. д. машин.

Серьезное отставание наблюдается в постройке гидрогенераторов зонтичного типа. Наибольшая машина подобного рода, построенная в Союзе (заводом «Электросила» для Иваньково), имеет 18 000 kVA при 100 об/мин.

Преимущества гидрогенераторов зонтичного типа бесспорны. Снижение общего веса генератора на 10% означает, например, экономию 350 т металла на одной машине для Куйбышевской гидростанции. Вес вала и втулок снижается примерно на 30%, станины статора и грузонесущей крестовины — на 10%, что является для крупных машин решающим фактором при учете возможностей металлургии по изготовлению крупных поковок и стального литья. Кроме того, перевозка гидрогенератора зонтичного типа сравнительно проста.

Высота машины в зонтичном исполнении снижается (для Куйбышева 2—3 м). А так как при монтаже генератора ротор можно устанавливать без вала, то монтажная высота здания может быть значительно сокращена.

Зонтичные гидрогенераторы могут быть значительно упрощены и облегчены, если возбуждение выполнить независимым от отдельной турбинки. При этом устраняется необходимость в верхней крестовине.

Такое решение, не понижая надежности генерирования энергии, еще больше подчеркивает преимущество зонтичного исполнения для тихоходных машин, где нет оснований опасаться опасных вибраций.

В настоящее время заканчивается разработка заводом «Электросила» и ХЭТЗ гидрогенераторов зонтичного типа для Рыбинской и Угличской гЭС, которые должны быть выпущены в 1939 г. и по своим техно-экономическим показателям превзойдут известные нам гидрогенераторы европейских и американских фирм.

Кроме того, в 1941 г. для Куйбышевской гидростанции наша электропромышленность должна поставить рекордные гидрогенераторы на 250 000 kVA, 16 000 ÷ 17 000 V, 68,2 об/мин, с аксиальным усилием на пяту в 5500 t (на Днепротэсе — 950 t), с диаметром корпуса 18 500 mm (на Днепротэсе — 12 600 mm, на Рыбинской гЭС — 13 500 mm).

Выполнение подобных машин представляет исключительную сложность и требует особо тщательной постановки исследования, проектирования и производства. Основные данные рыбинских и куйбышевских гидрогенераторов приведены в табл. 3.

Вопросы, совершенно не занимающие внимания исследователя, конструктора и производственника при изготовлении обычных машин, вследствие огромных размеров гидрогенераторов для Куйбышева перерастают в проблемы, не имеющие примера в мировой технике гидрогенераторостроения.

Выполнение пяты на 5500 t требует длительного изучения вопросов трения и смазки. Наибольшее удельное давление, реально полученное в мировой технике гидрогенераторостроения, достигает 35 kg/cm². При сохранении подобного давления диаметр подпятника должен превосходить 5000 mm, что практически исключается условиями перевозки и технологии (трудность точной обработки поверхности диска, сварки крестовины, обработки ванны и т. д.).

Максимально допустимый диаметр подпятника ограничивается 4000 mm, что означает повышение удельного давления до 65 kg/cm². Такая величина, будучи допустима теоретически, не имеет практических примеров применения в столь

Таблица 2

Заводы	Станции	$\frac{kVA}{kW}$	Об/мин нор. разг.	V	Диам. станции	Диам. раст. статора	GD^2 tm ²	Давл. t	Тип. генер.
GEC	Boneville Dam	$\frac{48'00}{48000}$	75/216	13 800	12 400	10 400	—	1360	Зонт.
GEC и Westing- hous	Boulder Dam	$\frac{82500}{82500}$	180/320	16 500	9 400	7 600	46 500	900	Подв.
«Электросила»	Днепротэс	$\frac{77500}{62000}$	88,25/176,5	13 800	12 600	10 400	28 000	950	Подв.
	Иваньково	18 000	100/275	10 500	—	7 500	5 200	—	Зонт.
	Свирь	30 000	75/212	11 000	—	8 540	13 300	1130	Подв.

Таблица 3

ГЭС	kVA	V	Cos φ	Об/мин	Разг. об/мин	GD ² тм ²	Давл. t	Полн. вес	x_d	Длина акт. железа mm
Рыбинск	68 500	13 800 ± 5%	0,8	62,5	165	47 000	2000	1100	0,3	1700
Куйбышев	250 000	16 000 ÷ 17 000	0,8	68,5	170	220 000	5500	3500	0,32	4000

ответственных объектах и, следовательно, требует глубокого теоретического и экспериментального исследования вопросов трения и смазки больших поверхностей при удельных давлениях 50—100 kg/cm², выбора сорта смазки, пары трения, сплава с повышенными антифрикционными свойствами, оптимальных размеров и конструкции сегментов, обеспечивающих наибольшую высоту масляного слоя. Необходимо разработать тип опоры, технологический процесс обработки дисков, систему интенсивности охлаждения трущихся поверхностей и т. д.

Союзными заводами достигнуты большие успехи в деле освоения упорных пят. Заводы «Электросила», ХЭТЗ и ЛМЗ построили большое количество ответственных пят с пружинными амортизаторами типа Митчелля и другие.

Однако до сих пор серьезного теоретического и экспериментального исследования и разработки советской конструкции пят не велось.

Необходимо создать на «Электросиле» и ХЭТЗ специальные мощные стенды для испытания и исследования пят, которые позволят нам вступить на путь проектирования принципиально новых конструкций и обеспечат выполнение куйбышевских гидрогенераторов с совершенными подпятниками для высоких удельных давлений.

Проблема пят не исчерпывает объема исследования, связанного с постройкой Рыбинской и Куйбышевской гидроэлектростанций. Надежная сварка толстых листов, обработка посадочных поверхностей станины статора при диаметрах точения порядка 16 м, обеспечение перпендикулярности диска пяты к оси вала, точное изготовление поверхности диска пяты, совместная обработка втулки и вала, перевозка и сборка на месте, все это требует серьезной и упорной работы. Кроме того, во всю ширь выдвигаются задачи изучения устойчивой работы машины в системе, автоматического регулирования напряжения, мощности, cos φ и т. д.

Нерешенным вопросом для гидрогенераторов является пока применение демпферных клеток. Завод «Электросила» изготавливает для новой очереди Свири машины с демпферной обмоткой. ХЭТЗ построил 9 гидрогенераторов с демпферными обмотками. Преимущество демпферных обмоток — не только в повышении предела динамической устойчивости, особо важной при передаче энергии на большие расстояния, и гашении инверсных полей. Наличие демпферной обмотки значительно снижает перенапряжение в открытой фазе при двухполусном к. з., ведущее к пробое обмоток. Фирмы GEC и Westinghouse все чаще снабжают гидрогенераторы демпферными обмотками, и нам необходимо учесть их опыт.

Вторым вопросом, требующим внимательного рассмотрения, является метод охлаждения подшипника. Что выбрать: циркуляцию масла с вынесенными наружу охладителями и фильтрами или же расположить в масляной ванне водяной маслоохладитель.

Очевидно, при втором варианте размеры масляной ванны увеличиваются, что очень существенно, так как размеры масляной ванны при этом могут выходить за третью негабаритность союзных ж. д., как это имеет место в рыбинских генераторах.

Мы являемся сторонниками, особенно для крупных машин, применения циркуляционной смазки, которая гарантирует автоматическую смену масла, большую надежность от проникновения воды в масляную систему, быструю смену фильтров и охладителей, а также уменьшает размеры масляной ванны.

Вертикальные синхронные моторы. Развернутое строительство больших гидросооружений в Союзе: канал Москва—Волга, Куйбышевский гидроузел, новые водопроводы и т. д., связано с применением большого количества мощных вертикальных синхронных моторов.

В постройке подобных моторов важно учесть опыт Америки, где природные условия в отношении гидроресурсов напоминают СССР.

Фирма GEC в 1937 г. поставила вертикальные моторы для насосов мощностью 6700 kW, 400 об/мин в Южной Калифорнии, оригинальной конструкции с замкнутым циклом самоохлаждения. В 1938 г. Westinghouse должен выпустить 12 синхронных моторов по 9300 kW, 450 об/мин, 6900 V для непосредственного соединения с насосами, питающими самый мощный в мире водопровод (10% воды из р. Колорадо у плотины станции Boulder Dam будет направляться в Лос-Анжелос и еще 12 близлежащих городов, по водопроводу общей протяженностью в 240 миль). Еще более грандиозное строительство Куйбышевского гидроузла потребует подобные и более мощные моторы, которые могут быть изготовлены союзной электропромышленностью.

Заводы ХЭТЗ и «Электросила» во второй пятилетке поставляли вертикальные моторы от 300 до 4000 kVA, от 1000 до 375 об/мин при максимальном 2—2,5-кратном моменте. Пусковой ток при полном напряжении для разных типов колеблется от 4 до 6-кратного значения при сумме моментов пускового и входного, равной 2,5—3,5 от номинального. В зависимости от мощности сети пуск осуществляется прямо от сети и через реактор или автотрансформатор.

Как пример исполнения, можно привести комплектную поставку ХЭТЗ для канала Москва—

Волга 20 моторов по 3500 kVA, 6000 V, 214 об/мин, со всей аппаратурой автоматического запуска и управления. Подпятник моторов — пружинный, сегментный, аксиальное усилие 100 t.

Синхронные компенсаторы. Борьба за увеличение пропускной способности линий электропередач и экономичное генерирование энергии связана с применением синхронных машин в качестве компенсаторов реактивной мощности, которые, к сожалению, до сих пор не заняли должного места в энергосистемах Союза. В американской же практике синхронные конденсаторы нашли столь широкое применение, что турбогенераторы, как правило, строятся с $\cos \varphi = 0,9 \div 1$.

В Америке строят синхронные компенсаторы до 75 000 kVA в единице на 6600—11 000 V, с водородным охлаждением, устанавливаемые вне здания, и применяют автоматический запуск по двухступенчатой схеме Корндорфера. Европейские фирмы поставляли синхронные компенсаторы с воздушным охлаждением с установкой внутри здания до 30 000 kVA в единице на 6600—11 000 V.

«Электросила» и ХЭТЗ освоили серию синхронных компенсаторов с воздушным охлаждением до 30 000 kVA в единице. По сравнению с Америкой отставание идет, главным образом, в приме-

нении водородного охлаждения, так как изготовление машины на 50 000 kVA и более не встречает затруднения, и эти машины могут быть изготовлены по первому требованию.

Отставание в деле применения водородного охлаждения к синхронным компенсаторам есть прямой результат вредительства врагов народа, орудовавших в Главэнерго и Главэнергопроме и срывавших внедрение водородных компенсаторов, несмотря на очевидную их рациональность.

В 1938 г. ХЭТЗ изготавливает опытный синхронный компенсатор с водородным охлаждением на 12 500 kVA, 750 об/мин, 6600 V для установки вне здания в системе Азчерэнерго. Одновременно «Электросила» изготавливает опытный компенсатор на 2000 kVA для установки на заводе.

Успешное освоение новых машин с водородным охлаждением даст возможность перевести все крупные синхронные компенсаторы и турбогенераторы на водородное охлаждение, что будет большим достижением нашего электромашиностроения.

Перевод серии синхронных компенсаторов на водородное охлаждение делает рациональным переход к машинам с неявно выраженными полюсами — турботипа на 3000 об/мин. Предварительные расчеты и конструирование показывают,

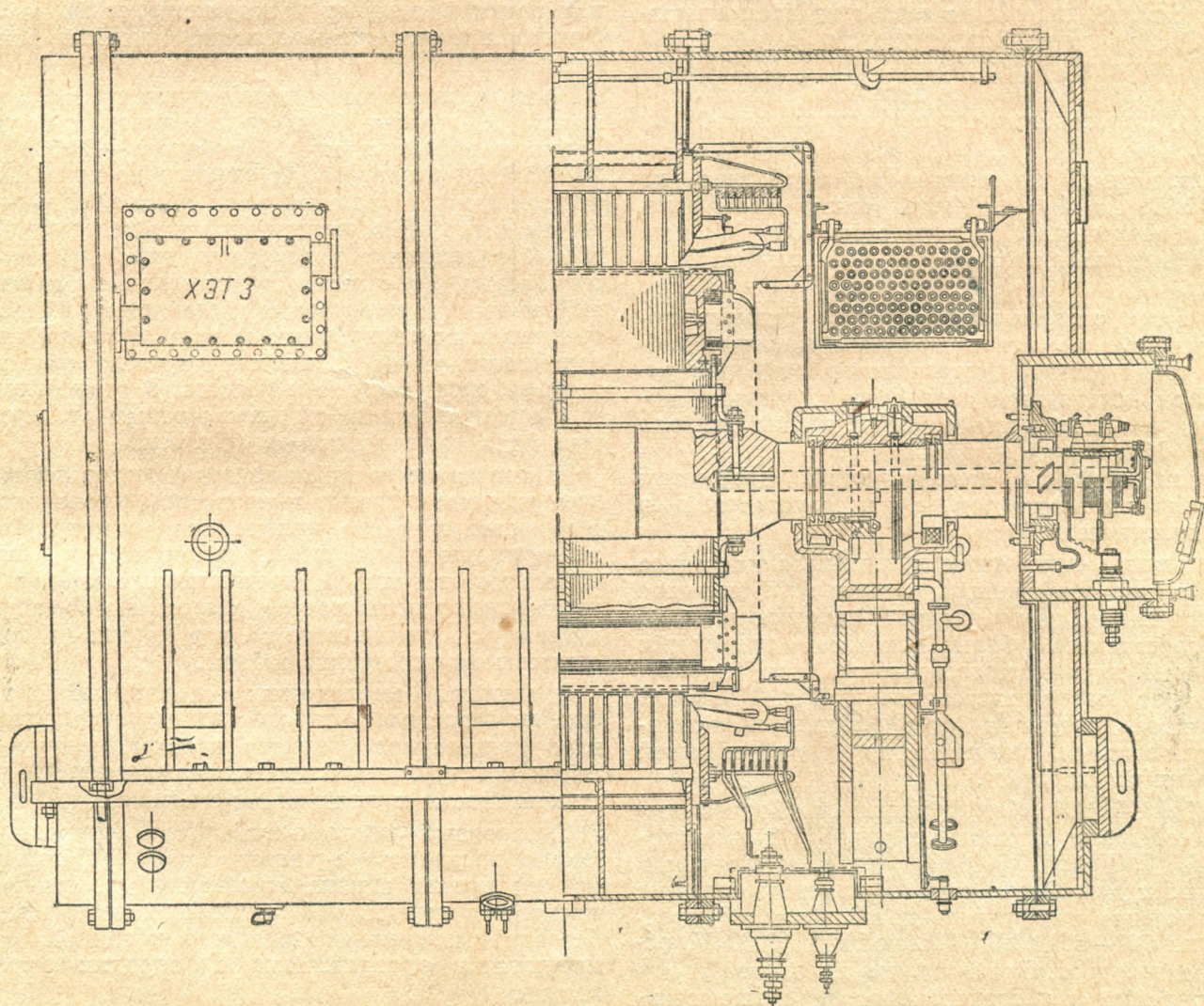


Рис. 3. Синхронный компенсатор ХЭТЗ с водородным охлаждением на 12 500 kVA, 750 об/мин, 6600 V, для установки вне здания

что синхронные компенсаторы турботипа более экономичны, надежны и занимают меньшую площадь.

Асинхронный запуск синхронного компенсатора турботипа не вызывает особого затруднения, если выполнить ротор с отставными магнитными бандажными кольцами (каппами) или каппами, посаженными на бочку ротора через промежуточное диамагнитное кольцо. Процесс разгона и закон изменения пусковых токов и момента в зависимости от оборотов ротора такие же, как в асинхронном моторе со сплошным ротором.

До настоящего времени мы не владеем проверенным методом предопределения пусковых характеристик турбогенератора. Над этой задачей должны поработать научно-исследовательские организации и решить ее в ближайшие годы.

Изготовление синхронных компенсаторов турботипа ставит проблему вибрации конца каппы, упертой или неупертой в торец бочки ротора.

Известно, что при определенной величине произведения амплитуды колебания конца каппы на окружную скорость происходит повреждение изоляции обмотки ротора, если каппа не посажена на бочку ротора, или происходит поломка конца каппы при ее посадке на бочку ротора. В турбогенераторах 50 и 100 MW, 1500 об/мин (жесткие валы) магнитные каппы не насаживаются на бочку ротора. В генераторах 50 и 100 MW на 3000 об/мин (гибкие валы) приходится каппу сажать на бочку ротора и специальный «гибкий» цилиндр, присоединенный к поверхности бочки ротора.

В синхронных компенсаторах турботипа до 50 000 kVA на 3000 об/мин можно выполнить ротор аналогично генераторам 50 MW на 1500 об/мин, вынеся контактные кольца за подшипник.

При этом, развивая максимально диаметр ротора, можно получить допустимое значение вибрации конца каппы, отставленного от бочки ротора. При дальнейшем увеличении мощности появляется необходимость посадки каппы на вал по типу MV.

Все эти вопросы должны стать предметом изучения конструкторов и исследователей в третьей пятилетке.

Нормальные синхронные машины. За последнее время синхронные машины нашли себе широкое распространение не только как генераторы, но во все возрастающем объеме в качестве приводных двигателей для компрессоров, насосов, прокатных станов, мотор-генераторов и т. д. Удельный вес синхронных машин будет и впредь непрерывно увеличиваться, вытесняя из ряда областей асинхронный двигатель.

Заводами ХЭТЗ, «Электросила» и «Вольта» освоены новейшие синхронные машины в диапазоне от 2,5 kVA до 30 000 kVA, которые сведены в стройные серии. Особо следует отметить мощные быстроходные синхронные моторы для компрессоров на 500—6000 kW, 3000 об/мин, 6000 V, освоенные заводом «Электросила» на основе серии двухполосных турбогенераторов, и серию сельсинов с удельным моментом от 0,025 kgcm на 1° до 1,3 kgcm на 1°, освоенных заводом ХЭТЗ в

1938 г. Новые серии синхронных машин от 27,5 до 1850 kVA на заводе ХЭТЗ и «Электросила» стоят на уровне наиболее использованных машин Европы и Америки при высоком значении к. п. д. Серии машин МС333 от 27,5 до 50 kVA, и серия моторов и генераторов МС330 от 37,5 до 1850 kVA, подготовленные проектированием во второй пятилетке, будут находиться теперь в производстве. Задача заключается в скорейшем внедрении всей серии и расширении номенклатуры по электрическим и конструктивным модификациям (перевод первых трех габаритов на подшипники катания, продуваемое исполнение и т. д.).

Кроме перечисленных серий синхронных машин, завод изготавливает большое количество одно- и трехфазных машин ПНО и ПНТ малой мощности, построенных на базе нормальной серии машин постоянного тока. Эти машины должны быть целиком перестроены в ближайшие годы. Электрификация колхозов и совхозов на базе использования местных ресурсов ставит задачу создания небольшой экономичной серии вертикальных и горизонтальных синхронных машин. Работы в этом направлении уже ведутся заводом «Электросила» (машины «микрогэс»). Внедрение малых синхронных машин выдвигает настоятельную задачу снижения размеров возбудителей или изыскания новых конструктивных форм возбуждения путем использования энергии якоря машины.

Полному пересмотру и модернизации в третьей пятилетке должна быть подвергнута серия синхронных машин свыше 15 габарита — МО320 до 20 000 kVA. Опыт работы заводов во второй пятилетке показал возможность дальнейшего снижения активных и конструктивных весов на 15—20% без снижения эксплуатационных характеристик серии. Значительным источником дальнейшей экономии металлов и повышения качества выпускаемых синхронных машин являются стандартизация типов и повышение числа оборотов дизелей, компрессоров и насосов. В этом отношении союзное машиностроение отстает от передовых фирм капиталистических стран.

За последние годы синхронный мотор завоевывает твердые позиции в прокатном производстве в качестве главного мотора для неререверсивных нерегулируемых прокатных станов, не требующих использования живой силы маховых масс, в качестве приводного мотора в агрегатах Леонарда, питающих главные моторы, и в других приводах с тяжелыми условиями работы.

В союзной металлургии синхронный мотор еще не завоевал должного положения, несмотря на очевидное преимущество в отношении надежности конструкции, к. п. д., cos ϕ , меньшей чувствительности к колебаниям напряжения и т. д.

Синхронный мотор в габаритах асинхронного можно построить с перегрузкой 2,25-кратной, причем предел динамической устойчивости мало отличается от предела статической устойчивости благодаря применению клеток, в которых комбинируются в определенных пропорциях медь и латунь.

Необходимо отметить, что вследствие инерции реакции якоря синхронный мотор способен вы-

держивать большие кратковременные перегрузки. Что касается величин толчков тока в сети, то в тихоходных синхронных моторах они только на 15—25% превосходят броски тока аналогичных асинхронных моторов (с учетом низкого $\cos \varphi$ у последних). Третья пятилетка должна ознаменоваться более широким внедрением синхронных машин во все области народного хозяйства.

Высокочастотные машины. Термическая обработка металлов (тел вращения и плоскостей) путем поверхностной закалки токами высокой частоты все глубже внедряется в современную технологию. Быстрота и равномерность закалки, простота регулировки и высокие механические показатели термообработанных поверхностей дают основание предполагать широкое развитие этого метода в Союзе.

В Америке и Англии выпускаются высококачественные машины индукторного типа. Обмотка возбуждения и высококачественная обмотка расположены на статоре. Полюса образуются зубцами на ободу ротора.

Фирма GEC выпустила однофазные машины до 1000 kVA, 1920 Hz, 800 V. Фирма MV освоила серию однофазных машин до 1250 kW, 1200 ÷ 1500 V, 1500 об/мин и серию таких же машин до 400 kW на 3000 об/мин при частотах до 2000 Hz.

«Электросила» и ХЭТЗ для индукционных печей и поверхностной закалки также изготавливают высококачественные машины.

В 1938 г. ХЭТЗ выпускает высококачественный однофазный генератор 250 kVA, 5000 Hz, 1200 V, 1500 об/мин, с водяным охлаждением статора.

Правильность выбранной частоты, зависящей от размеров изделия, сорта металла и глубины закалки, а также тип генератора — машинный или ламповый — будут окончательно выяснены на основе опытной эксплуатации этих установок.

Коллекторные машины переменного тока. Для текстильной, деревообделочной, бумажной промышленности, полиграфии и других областей народного хозяйства, где необходима широкая регулировка оборотов, могут быть применены и применяются трехфазные шунтовые коллекторные двигатели переменного тока.

Фирма AEG за последние два года поставила большое количество коллекторных машин переменного тока для привода вентиляторов, насосов котельных установок и воздуходувок, что свидетельствует о их жизнеспособности. Каландры бумажных машин оборудуются моторами с максимальной мощностью в 330 kW. Установлен многомоторный бумажный привод бумажной машины на 1430 kW. Канализационные насосы имеют моторы с регулировкой оборотов 135/400 на 240 kW, 350/1050 — на 90 kW и 155/460 — на 130 kW. Деревообделочная промышленность получила моторы на 2500 об/мин при 50 Hz. Прядильные ткацкие машины оборудуются индивидуальным приводом от коллекторных машин переменного тока.

Приведенные факты говорят о необходимости форсирования проектирования и освоения серии коллекторных машин переменного тока на заводе «Электросила».

Асинхронные машины. Асинхронные моторы являются наиболее массовой машиной, поэтому зачастую незначительные усовершенствования в конструкции и технологии приводят к большому экономическому эффекту. Проектирование единых серий в первую очередь коснулось асинхронных машин. Работами во второй пятилетке подготовлено полное обновление номенклатуры мас-совых машин до 150 kW во всем диапазоне оборотов.

Внедрение единых всесоюзных серий машин и расширение номенклатуры изделий обеспечивают повышенные эксплуатационные характеристики при снижении удельного расхода материалов, что дает значительный техно-экономический эффект.

Ниже приводится краткая таблица единых серий, освоенных и осваиваемых союзными заводами.

Машины серии АД, МА200, МА170 и МА140 стоят по удельному расходу материала, техно-экономическим показателям и эксплуатационной надежности на уровне передовой техники.

Особенность новых серий — в расширении конструктивных и электрических модификаций. Так, серия МА200 имеет исполнение с фазовым и короткозамкнутым ротором, горизонтальное, вертикальное и фланцевое исполнение с подводом и отводом воздуха по патрубкам, с нормальной и противосыроостной изоляцией, многоскоростные моторы выпускаются с повышенным скольжением, с выводом двух концов вала и т. д.

Серия МА220 (АМ) по техно-экономическим показателям отстает от современного уровня техники и должна быть в 1939 г. заменена новой. Серия АД от 16 до 145 kW на 3000 об/мин (заканчивается рабочее проектирование в 1938 г.) не будет уступать подобным машинам иномар.

Кроме перечисленных серийных машин, заводы поставляют в большом количестве специализированные моторы, приспособленные к определенным приводам. В качестве примера можно указать на врубовые, навалочные и штрековые, буровые моторы, моторы для центрифуг, торфососов, угольных комбайнов, потенциал-регуляторы, преобразователи частоты и т. п. машины по-

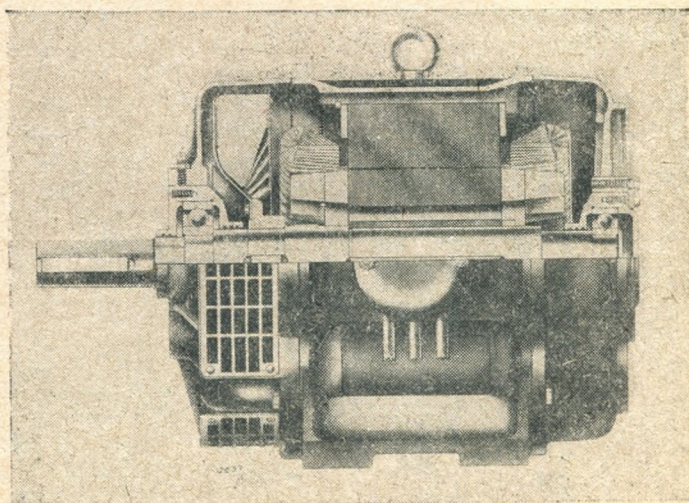


Рис. 4. Асинхронный мотор серии МА200 с к. з. ротором

Таблица 4

Тип серии	Мощность kW	Об/мин	Формы исполнения		Вентиляция	Класс изоляция	Завод-изготовитель
			основные	модификации			
1. АД — защищенные моторы	0,55÷12	750÷3000	Защищенные с короткозамкнутым ротором	Флянцевые, многоскоростные	Аксиальная	A	ЭС, „Вольта“
2. АД — защищенные моторы на 3000 об/мин	16÷445	3000	Защищенные, ротор Бушера	Подвод и отвод воздуха по патрубку	„	B	ЭС
3. МА200 — защищенные моторы	6,4÷105 к. з.	750÷1500	Защищенные, фазный и короткозамкнутый ротор	Многоскоростные, вертикальные фланцевые и т. д.	„	A	ХЭТЗ, „Вольта“, ЯЭМЗ
4. МА170 — рудничные, подземные, взрывобезопасные моторы	3,7÷27	750÷1500	Без обдува, ротор Бушера	С наружным обдувом, вертикальные	—	B	ХЭТЗ
5. МА140 — взрывобезопасные моторы	2,7÷148 к. з. 2,5÷140 фазн.	750÷1500	Вентил., ротор Бушера, и фазные	Вертикальные	Аксиальная	A и B	ХЭТЗ
6. АМ (и ГАМ)	100÷1500	375÷1500	Защищенные и продуваемые, ротор фазный и к. з.	Подъемные и повышенной надежности	Радиальная	A и B	ЭС, ХЭТЗ, ЯЭМЗ
7. БАМСО (модификация АМ)	80÷820	375÷1500	Продуваемые, ротор Бушера	—	—	B	ЭС, ХЭТЗ, „Вольта“

ставки ХЭТЗ, моторы для рольгангов поставки завода «Электросила» и т. д.

Тенденция развития техники такова, что специализированный мотор имеет широкие перспективы развития во всех областях, по мере того как электромотор становится органической частью машины-орудия. Для нас совершенно ясна необходимость более тесной связи конструкторов-электромашиностроителей с конструкторами машин-орудий.

Основными задачами третьей пятилетки в области асинхронных машин (наряду с внедрением ранее запроектированных серий) являются: расширение мощности серии взрывобезопасных моторов МА140 до 300 kW; расширение серии рудничных взрывобезопасных моторов усиленной конструкции МА170 для подземной выработки до 45 kW с применением наружного обдува, а также разработка вертикальной модификации; создание новой серии взрывобезопасных моторов на

3000 об/мин до 250 kW; создание серии асинхронных моторов на 3000 об/мин до 1000 kW с короткозамкнутым ротором (в этой части моторов отставание от Америки у нас большое: ГЕС построила в 1937 г. асинхронный мотор для привода насоса с короткозамкнутым ротором на 1300 kW, 3600 об/мин, с прямым пуском от сети, вентиляция мотора радиальная, подшипники с принудительной смазкой, контактные кольца вынесены за подшипник); освоение новой серии защищенных моторов свыше 100 kW вместо устаревшей серии с применением аксиальной вентиляции и шариковых подшипников на первых трех габаритах. Во всех сериях необходимо предусмотреть модификацию с противосырьстой, влагостойкой и химостойкой изоляцией.

К началу четвертой пятилетки должны быть подготовлены две единые серии машин: 1) защищенные машины от 1 до 1000 kW на 750—3000 об/мин со всеми электрическими и конст-

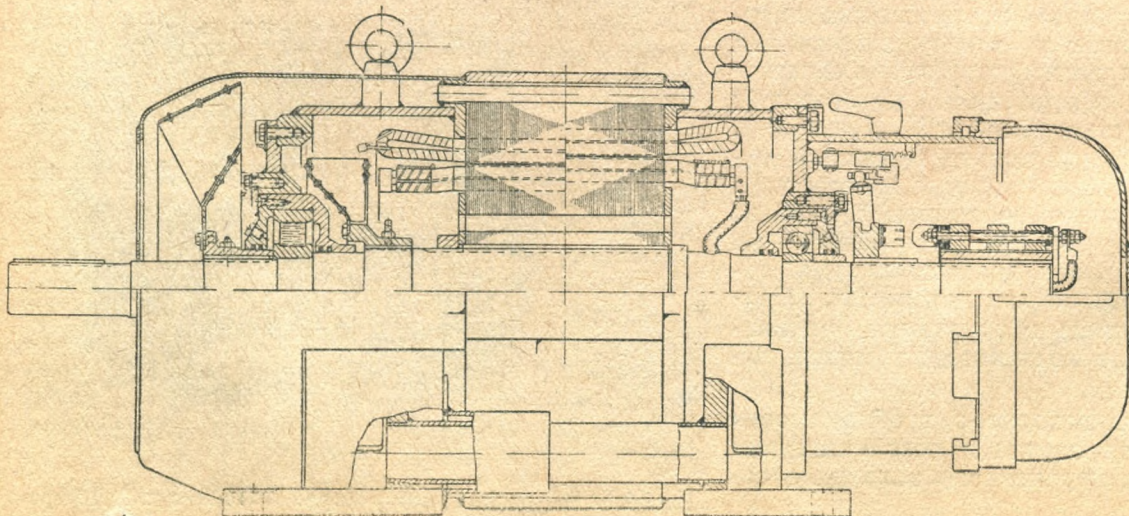


Рис. 5. Машина серии МА140—обдуваемые стационарные взрывобезопасные моторы

руктивными модификациями; 2) взрывобезопасные машины от 1 до 500 kW на 750—3000 об/мин с модификациями, учитывающими потребность промышленности и горного дела.

Очевидно, что конструктивно отдельные ветви серии будут различны, но в отношении нарастания мощности, ряда диаметров и длин, электромагнитных и тепловых нагрузок должна быть достигнута определенная закономерность.

Номенклатура массовых специализированных моторов должна быть значительно расширена. Необходимо освоить моторы со встроенными редукторами и тормозами: многоскоростные, встроенные моторы повышенной мощности, быстроходные моторы на 6000 об/мин, бесшумные моторы, машины с минимальными весами, моторы с повышенными к. п. д. и т. д.

В настоящее время для рольгангов применяются асинхронные моторы, связанные с трехкратным преобразованием энергии, что ставит под сомнение целесообразность подобной схемы. Более рационально применять для привода рольгангов моторы постоянного тока, питаемые от агрегата: синхронные мотор-генераторы постоянного тока. Преимущество подобной схемы — не только в уменьшении ступеней преобразования энергии и связанном с этим повышении к. п. д. установки 0,65—0,70 до 0,85, но в том, что асинхронный короткозамкнутый двигатель менее приспособлен для повторно-кратковременных режимов в условиях быстрого пуска и торможения.

Для выполнения аналогичных операций мощность моторов постоянного тока для рольгангов может быть выбрана примерно на 25% ниже. Кроме того, рекуперативное торможение машин постоянного тока дает большой выигрыш в расходе электроэнергии.

Подобные схемы в Америке практикуются с 1936 г., и нам необходимо обеспечить новостройки надежной серией специализированных моторов постоянного тока, закрытого металлургического типа с изоляцией класса В, усиленной механической конструкции, с перегрузочной способностью по моменту порядка пятикратного.

Наряду с мелкими и средними моторами ХЭТЗ и «Электросила» поставляют асинхронные моторы до 5500 kW для металлургии, угольной, химической промышленности и т. д. Из наиболее крупных машин, поставленных ХЭТЗ, можно указать прокатные моторы на 3200 kW, 6000 V, 460/300 об/мин, прокатные моторы, выпущенные в 1938 г., 1450 kW, 75 об/мин, 6000 V и др.

Крупные асинхронные моторы союзного производства, имея современную надежную конструкцию, отстают по весовым показателям, поэтому ближайшими задачами являются: 1) установление единых для моторов ХЭТЗ и «Электросила» технико-экономических показателей; 2) модернизация крупных машин с целью снижения удельных весов и внедрение новейших достижений советской и иностранной техники.

Нужно произвести модернизацию на 16—18 габаритах, приспособив эти машины к требованиям привода (подъемники, прокат и т. д.). Модернизацию машин 19—21 габарита имеет смысл проводить лишь при исполнении конкретных заказов.

Советское электромашиностроение может дать Союзу асинхронные моторы значительно большей мощности.

Машины постоянного тока. В течение второй пятилетки ХЭТЗ и «Электросила» освоили новейшую технически высокосоввершенную серию машин постоянного тока до 7000 kW в одном якоре.

Главные моторы прокатных станов (блуминги, слябинги, непрерывные, универсальные и т. д.) и питающие их агрегаты Леонарда-Ильгнера со всей аппаратурой автоматического управления комплектно поставляются союзными заводами.

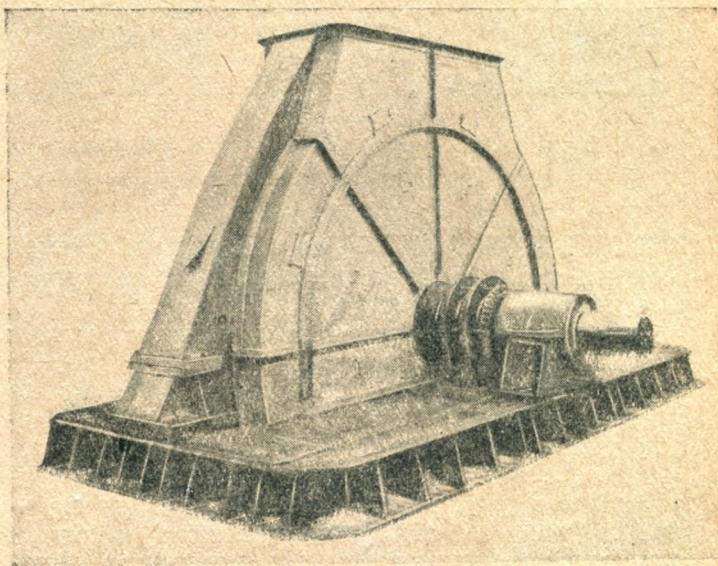


Рис. 6. Прокатный асинхронный мотор в продуваемом исполнении 1450 kW, 6000 V

Серия МП600 ХЭТЗ в настоящее время развивается до 14 000 л. с. в двухякорном исполнении, что не является пределом. Эта мощность может быть еще увеличена. Ближайшая задача — на базе МП600 оформить специальную группу машин для нужд металлургии, учтя опыт эксплуатации установленных машин и результаты научно-исследовательской работы по улучшению коммутации машин с широким диапазоном регулирования оборотов и толчкообразными нагрузками.

В качестве примера последних лет можно указать на выпуск одноякорных моторов для слябинга на 5000 л. с. с регулировкой оборотов 50/100 («Электросила») и двухякорного прокатного мотора 5000 л. с. с регулировкой 50/120 об/мин (ХЭТЗ). Сейчас в производстве находится четырехякорная машина на 21 000 л. с. полчасовой мощности («Электросила»), прокатный мотор на 1660 kW с регулировкой оборотов 300/600 об/мин и другие (ХЭТЗ).

В 1937 г. фирма ГЕС изготовила наибольший моторгенератор на 360 об/мин, состоящий из одного синхронного мотора на 7000 kW и двух генераторов постоянного тока по 3500 kW. ХЭТЗ выпустил трехмашинный агрегат на 300 об/мин, состоящий из синхронного мотора на 10 500 kVA, 6300 V и двух генераторов постоянного тока по 4550 kW. Для нужд химии в 1935 г. ХЭТЗ поставил трехмашинный агрегат на 500 об/мин.

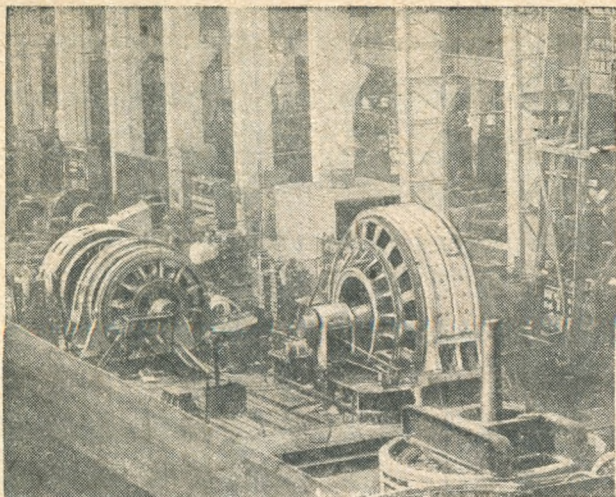


Рис. 7. Прокатный мотор серии МП600 на испытательном стенде ХЭТЗ

2200 kW, 18 000 A, 123 V, со специальной схемой обмотки якоря, обеспечивающей надежное токораспределение.

Сопоставляя результаты эксплуатации машин союзного и иностранного производства, можно отметить ряд преимуществ первых, особенно по сравнению с европейскими машинами, хотя качество наших машин далеко еще от совершенства.

Вместе с большими успехами освоения крупных машин постоянного тока наблюдается большое отставание в постройке машин с широким диапазоном регулирования для моталок. Необходимо немедленно приступить к постройке таких машин, преодолеть ошибки первых шагов в этой области и дать нашей стране надежные машины с широким диапазоном регулирования.

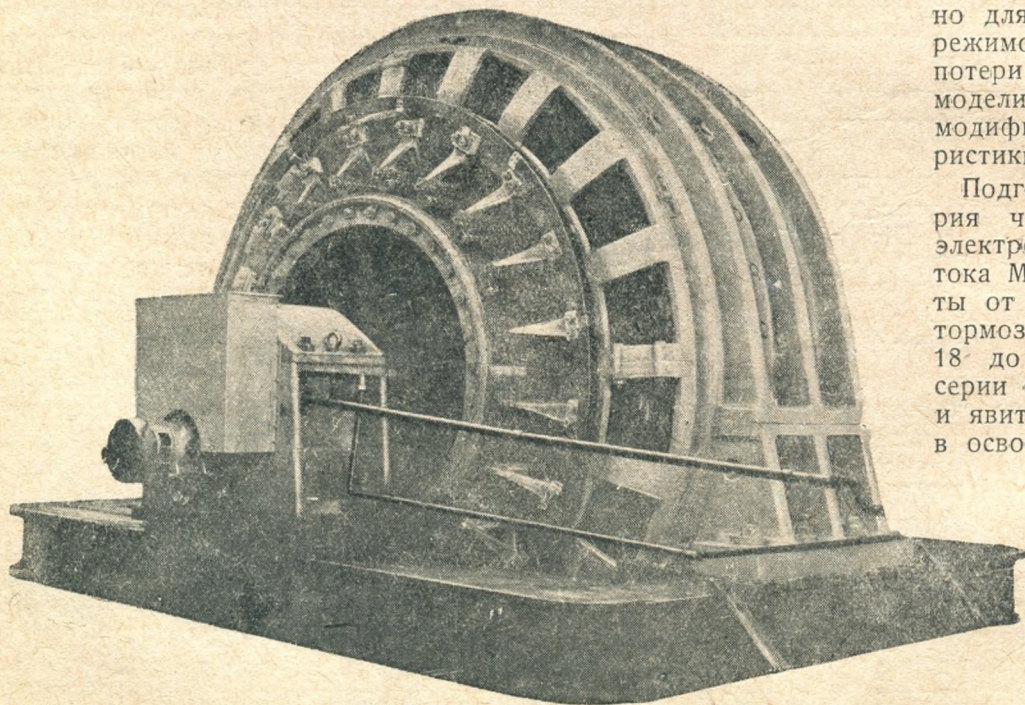


Рис. 8. Мотор среднелистового стана Запорожстали МП600—20-полюсная модель, 2500 л. с., 40—80 об/мин

Фирма ГЕС за последние 8 лет снизила веса машин для электровозов вдвое. Наши же машины тяжелы и громоздки и не соответствуют современным требованиям. Необходимо максимально сократить аксиальные размеры агрегата за счет отказа от обычного агрегата, составленного из независимых машин стандартной конструкции. Машины, подготовленные к выпуску в 1939 г., выполняются без промежуточных подшипников и муфт. Возбудители расположены на главных машинах. Аксиальные размеры и вес резко сокращены.

ХЭТЗ за последнее время проведена большая работа по модернизации и проектированию 2,4 и 6-полюсных машин постоянного тока. Все старые серии заменены новыми. К производству в третьей пятилетке подготовлены следующие серии машин:

МП550 — серия некомпенсированных машин постоянного тока до 1000 kW при 1000 об/мин для непосредственного соединения с первичными двигателями, для привода с ременной или канатной передачей, генераторы или составные элементы преобразовательных агрегатов.

МП540 — серия тихоходных машин до 75 kW для непосредственного соединения с дизелями и как модификация — возбудители до 1500 об/мин.

Кроме того, в 1939 г. будет освоена серия МП520—МП530 машин постоянного тока от 0,125 до 200 kW взамен изготавливающихся заводами ХЭТЗ и «Электросила» серии ЛН.

Основным направлением модернизации МП540—550 наряду с повышением использования модели является унификация типов машин и отдельных узлов конструкции, приведение конструкции к уровню современной технологии и повышение эксплуатационной надежности.

Серия МП520—530 имеет относительно уменьшенные диаметры, что существенно для повторно-кратковременных режимов, сниженные механические потери и лучшее использование модели. Широко развита шкала модификации. Улучшены характеристики коммутации.

Подготовлена к внедрению серия четырех- и шестиполюсных электродинамометров постоянного тока МП580, охватывающая обороты от 1000 до 5000 об/мин при тормозной мощности на валу от 18 до 280 kW. Внедрение этой серии освободит Союз от импорта и явится большим шагом вперед в освоении быстроходных машин.

По стройности серии и весовым показателям серия МП580 превосходит известные нам американские машины.

ХЭТЗ изготовил также большое количество и специальных модификаций (обдуваемые машины для домн, герметические машины для горного дела, взрывобез-

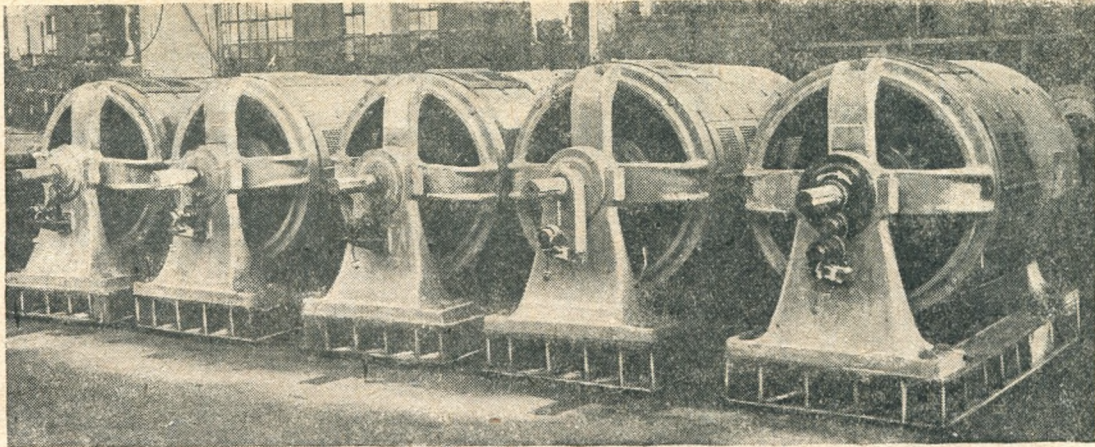


Рис. 9. Группа электродинамометров постоянного тока серии МП580

опасные от метана, сдвоенные и строенные машины и т. д.), удельный вес которых все время увеличивается.

В номенклатуре специализированных моторов мы отстаем от зарубежных фирм. ГЭС выпускает ряд моторов взрывобезопасных от паров бензина, машины с широким диапазоном регулирования 1:6 и т. д.

Основными задачами третьей пятилетки в области машин постоянного тока являются: подготовка (к четвертой пятилетке) единой серии машин постоянного тока от 1 до 1000 kW, имеющих как модификацию дизельное исполнение; расширение серии балансирных динамометров постоянного тока МП580 в сторону повышения и понижения мощности; внедрение модификации быстроходных машин до 6000 об/мин, 100 kW; исследование проблемы безреостатного пуска и внедрение подобных машин минимум до 5 kW; исследование и освоение машин с пусковыми обмотками для упрощения пусковой аппаратуры; освоение серии машин с пониженным уровнем шума примерно на 30—40%; освоение модификации машин постоянного тока до 100 kW с изоляцией класса В; исследование коммутации машин в повторно-кратковременных режимах и с неравномерными толчкообразными нагрузками; освоение возбудителей с дисковыми коллекторами и постоянными магнитами; расширение номенклатуры массовых машин индивидуального применения, в частности, металлургического типа.

Развитие и повышение качества продукции электромашиностроения в большой степени зависят от работы смежных областей народного хозяйства. Советское электромашиностроение может поставлять любые машины, потребные социалистической родине, но одновременно предъявляет и свои требования к другим отраслям промышленности.

Для дальнейшего повышения мощности машин на килограмм израсходованного материала и повышения надежности их в эксплуатации необходимы:

1. Электротехническая листовая сталь (динамная и трансформаторная) с пониженными удельными потерями на 25—30% против величин существующего стандарта без уменьшения механической прочности при одновременном увеличении магнитной проницаемости на 10—15%.

Подобная сталь без изменения рецептуры сплава реально выполнима в условиях Верхне-Исетского завода за счет чистоты сплава, тщательной термической обработки и процесса прокатки, широко применяемых за границей.

2. Слюда, мускавит и флогопит первого и второго сорта от 5 до 6 номера, особенно толщиной 0,015 mm. Отсутствие тонкой слюды приводит к тому, что приходится увеличивать размеры изоляции (особенно для высоковольтных машин), что вследствие снижения использования активного слоя приводит к снижению мощности модели до 25%.

3. Прочная асбестовая нежелезистая бумага толщиной 0,2 mm — для междувитковой изоляции обмоток роторов синхронных машин. Асбестовая железистая и нежелезистая лента размерами $0,5 \times 35$ и $0,25 \times 35$ — для статорных обмоток турбогенераторов.

Поставляемые Ярославским заводом асбестовая бумага и лента не удовлетворяют техническим требованиям, что приводит к утолщению междувитковой изоляции катушек, снижению мощности модели и к применению сомнительного качества сажных покрытий вместо железистой ленты с объемным сопротивлением 10^6 см.

4. Качественная, теплостойкая эмалиевая и дельта-асбестовая изоляция проводов, поставляемая заводами «Москабель» и «Севкабель».

Применение проволоки, покрытой теплостойкой, механически прочной и эластичной эмалью для обмоток якоря и полюсов машин постоянного и переменного тока, позволит значительно повысить использование машин. Перевод машин на класс изоляции В с перегревами в 80° С тормозится отсутствием качественного дельта-асбестового провода с размерами изоляции, не превосходящими ПВД. Получаемый провод имеет неравномерную, утолщенную и легко сдирающуюся асбестовую изоляцию. Это обстоятельство особенно важно для специальных машин, закрытых и взрывобезопасных.

Коллективы работников «Москабеля» и «Севкабеля» могут и должны дать стране высококачественный дельта-асбестовый провод — особенно круглый.

5. Покровные и пропиточные лаки, обеспечивающие противосыроустойчивость и влагостойкость об-

моток и надежную работу в среде, содержащей пары масла, бензина, капель кислот, щелочей и других химических реагентов. ВЭИ и заводские лаборатории должны развернуть в области изучения и изготовления лаков научно-исследовательскую работу.

6. Антикоррозийные легкие сплавы: силумин и дюралей — для снижения конструктивных весов, щитов, люков и т. д.

Необходимо отметить, что от ВЭИ ХЭТЗ практически не получил ни одного рецепта по указанным вопросам.

Качество и номенклатура поставляемых электропромышленности роликовых и шариковых подшипников неудовлетворительны. Нетщательное изготовление сепараторов приводит к чрезмерному шуму шариковых и особенно роликовых подшипников. Так например, шум подшипников колеблется от 56 до 61 (для подшипников № 312) и от 66 до 70 (для подшипника № 316) децибеллов. Такие величины недопустимы и должны быть уменьшены минимум на 25%, что весьма важно для моторов, устанавливаемых в жилых помещениях и т. п.

Американская промышленность несколько лет выпускает закрытые подшипники с «вечной смазкой», которые занимают меньше места, значительно упрощают уплотнения и сводят уход за ними к нулю. Шарикоподшипниковым заводам необходимо освоить в ближайшее время современные подшипники и расширить номенклатуру в сторону увеличения диаметра и числа оборотов. Необходимо также исследовать игольчатые подшипники в применении к электромашинам, работающим в условиях больших радиальных нагрузок.

Консистентная смазка для подшипников катания поставляется плохого качества. Все эти многообразные марки смазок (совол, констаин, тагот и т. д.) не удовлетворительны. Нам нужна смазка, которая, будучи раз вложенной в подшипники, обеспечивала бы непрерывную работу в течение 6000—8000 h во влажной среде при температуре 90—95° С. Отсутствие подобной смазки усложняет конструкцию специальными приспособлениями для пополнения смазки и приводит к преждевременному выходу из строя подшипников.

ЦИАТИМ и Авиатоп должны дать электропромышленности антикоррозийную водонепоглощающую смазку на алюминиевой основе для работы при температуре 95° С. Все данные для изготовления подобной смазки в Союзе имеются.

Необходимо наладить фасонный прокат для вентиляционных распорок, фундаментных плит, станин, машин, обшивок и т. д. Отсутствие такого проката удорожает и понижает качество изделия, усложняет производство и обезображивает внешний вид машины. Большинство аварий сердечников статоров нужно отнести за счет отсутствия необходимого фасонного проката. ГУМП, заинтересованный в хорошей работе электропромышленности, должен включить в номенклатуру изделий прокатных заводов потребные ей профили.

Для подвозбудителей, таходинамо, малых ге-

нераторов переменного тока, магнето и т. д. с большим успехом могут быть применены постоянные магниты. Однако низкое качество кобальт-алюминиевых и никель-алюминиевых сплавов, преждевременное старение и недостаточная сила намагничивания являются тормозом применения постоянных магнитов в электромашиностроении. ГЕС изготавливает магниты с подъемной силой, равной 60-кратному весу магнита. Эта величина должна быть минимальным заданием союзным лабораториям на третью пятилетку.

Серьезным тормозом в развитии машин постоянного тока служит неудовлетворительное качество кудиновских щеток. Подбор щеток для машин с широким диапазоном регулирования или для фазных моторов с постоянно налегающими щетками в закрытом колпаке часто совершенно исключен. Характеристики (падения напряжения и силы трения) кудиновских щеток различных марок перекрываются, непостоянны и чрезмерно велики — зачастую в два раза превосходят эти показатели для импортных щеток. Необходимо в третью пятилетку освоить щетки, не уступающие по крайней мере щеткам фирмы La Carbone, освободив Союз от импорта.

Советская электропромышленность должна повысить свою технологическую культуру. В первую очередь необходимо провести: механизацию процессов намотки секций и изоляровочных работ; автоматизацию штамповочных работ, особенно в части малых массовых машин; внедрение литья под давлением; переход на однослойное (вместо двух-, трехслойного) покрытие эмалью листовой электротехнической стали с применением микапудры и соответствующего режима лака машины; внедрение металлизации (как антикоррозийного средства и метода ремонта изнашивающихся частей); внедрение штампованных профилей в плитах вместо сварки и т. д.

Союзная электропромышленность достигла больших успехов, однако она далеко еще не полностью использовала преимущества социалистической экономики для ускорения прогресса техники и увеличения физического объема продукции.

Впредь необходимо предоставить заводам право самостоятельного независимого проектирования серийных машин, ограничивая это проектирование только стандартизованными размерами (высота центров, следы лап, концы валов, габариты и т. д.) и минимальными техно-экономическими и эксплуатационными характеристиками (к. п. д., $\cos \varphi$, удельные расходы металла и т. д.).

Надо максимально унифицировать работу заводов созданием общих нормалей на чертежные системы, расчетные нормы, диаметры, изоляцию, щетки, щеткодержатели, салазки, шкивы, муфты, плиты, крепеж, подшипники, стойки, коллектора, кольца и т. д., что по существу приведет к взаимозаменяемости изнашивающихся деталей и значительному облегчению работы заводов и потребителей.

На базе научно-исследовательской работы, учета своего оборудования, развивая стахановское движение и обмен опытом, заводы будут совершенствовать свои конструкции.

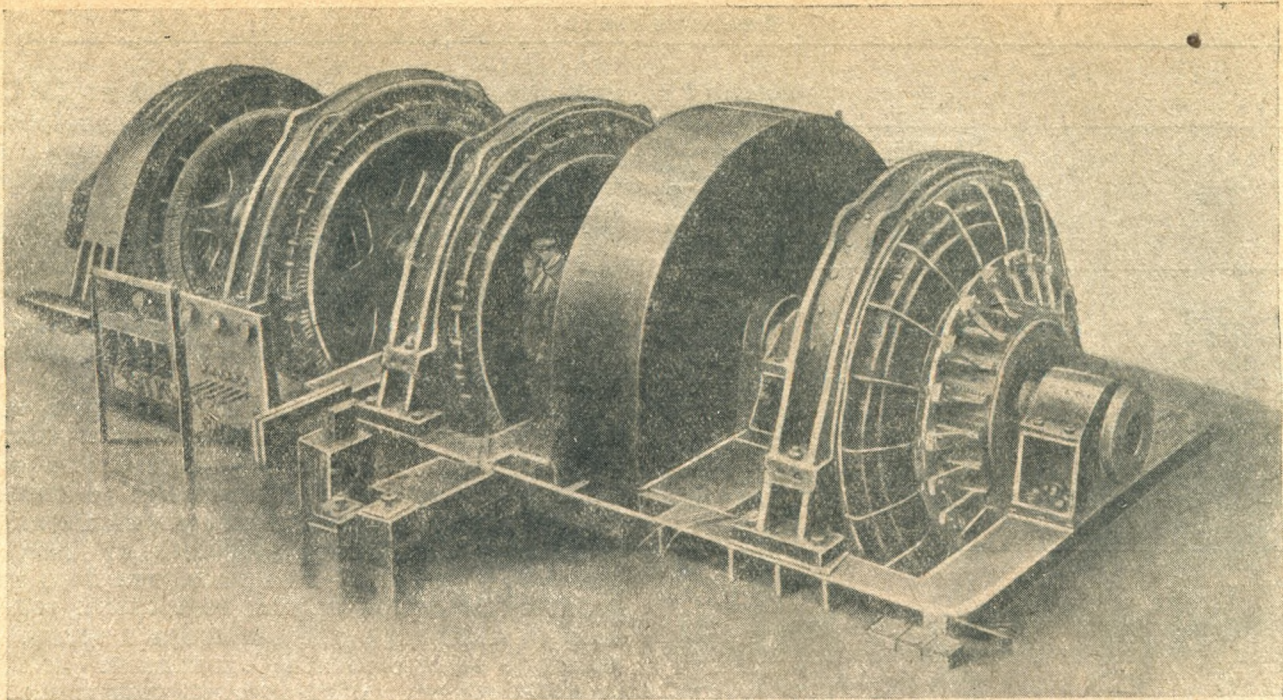


Рис. 10. Агрегат Ильгнера с тремя генераторами постоянного тока 3×3500 kW для питания слябинга Запорожстали

Электромашиностроение на заводе „Электросила“ им. Кирова в третьей пятилетке

Р. А. Лютер, А. И. Ильин, Т. Г. Амбарцумов
Завод „Электросила“ им. Кирова

За 21 год существования советской власти электромашиностроение Союза имеет немало достижений: заводы Союза освоили в основном многогранную номенклатуру изделий и весь широкий диапазон мощностей, требующийся для обслуживания электростанций, металлургии, транспорта и пр. Вместе с тем в конструкциях машин второй пятилетки проведена твердая линия экономии металлов, особенно цветных. Стахановское движение внесло рационализацию во многие технологические процессы электропромышленности и поставило перед хозяйственными руководителями и научно-технической общественностью задачу — возглавить борьбу за высокую социалистическую производительность труда.

В отдельных серийных и индивидуальных машинах наша электропромышленность может гордиться успехами, оставляющими за собой достижения стран капитализма. Однако мы должны добиться того, чтобы не только в части расчета и конструкции наши серийные и индивидуальные машины выполнялись рациональнее зарубежных, но чтобы все процессы производства, вся технология, а также организация и постановка научно-исследовательской работы опережали существующие за границей.

Ликвидация последствий вредительства в электропромышленности, широкое использование творческой инициативы масс, обмен опытом между предприятиями и научно-исследовательскими институтами создадут все те условия, которые необходимы для выполнения указанных выше задач.

В дальнейшем рассмотрены стоящие перед электромашиностроением завода „Электросила“ им. Кирова основные задачи третьей пятилетки и связанные с ними научно-исследовательские работы в области: турбогенераторов, гидрогенераторов, синхронных машин, асинхронных машин, коллекторных машин, машин постоянного тока и ртутных выпрямителей.

Турбогенераторы и турбомоторы. За 15 лет турбогенераторостроения в Союзе завод „Электросила“ им. Кирова дал стране турбогенераторов на общую мощность около 4,5 млн. kW. Выпускаемая в настоящее время двухполюсная серия турбогенераторов (серия 2-й пятилетки) мощностью от 500 kW до 100 000 kW по своим технико-экономическим показателям и диапазону мощностей занимает передовое место в мировой практике турбогенераторостроения. На рис. 1 дан разрез турбогенератора мощностью 100 000 kW новейшей серии турбогенераторов. В табл. 1 приведены весовые показатели и к. п. д. той же серии. Весовые показатели рассматриваемой серии находятся на уровне наиболее использованных зарубежных машин.

Дальнейшее усовершенствование турбогенераторной серии в основном возможно в следующих направлениях: уменьшение механических потерь путем применения пропеллерных вентиляторов и снижения диаметра ротора; повышение теплостойкости изоляции; применение водородного охлаждения; повышение рабочего напряжения турбогенераторов для непосредственного питания кабельных сетей.