

ВЫБОР ГЕОМЕТРИИ ПОЛЮСНЫХ НАКОНЕЧНИКОВ КЛЮВООБРАЗНЫХ РОТОРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Н. К. СЕРГЕЕВ

(Представлена научным семинаром кафедры электрических машин и общей электротехники)

При проектировании высокоиспользованных электрических машин с клювообразным ротором весьма важным является проверка геометрии полюсных наконечников, установленной в результате электромагнитного расчета, на соответствие механическим нагрузкам, обусловленным действием инерционных сил. Предложенные ранее методики прочностных расчетов таких роторов [1, 2] позволяют рассчитать напряжения в опасных сечениях и суммарный прогиб, измеренный на свободном конце консольных вылетов (полюсных наконечников) ротора, а также сравнить полученные величины с предельно допускаемыми. С учетом больших возможностей современной вычислительной техники методика расчета на прочность полюсных наконечников была запрограммирована на ЭЦВМ М-20. Это позволило выполнить расчеты множества вариантов конструкций, отличающихся одна от другой наружным диаметром, высотой у основания и длиной полюсного наконечника, а также различными сочетаниями центральных углов α_K и α_0 . Результаты расчета наиболее широко применяемых конструкций были использованы при анализе влияния отдельных геометрических параметров на величину максимального прогиба, напряжения в месте защемления полюсного наконечника, равнодействующей инерционных сил и сведены в номограммы, одна из которых представлена на рис. 1.

Остановимся более подробно на структуре номограмм и дадим необходимые пояснения по их использованию в инженерной практике. Как известно, основными параметрами, определяющими геометрию полюсных наконечников ротора, являются следующие:

а) наружный радиус — r ; б) внутренний радиус и центральный угол на свободном конце полюсного наконечника — r_0 , α_0 ; в) внутренний радиус и центральный угол в месте защемления (у основания) полюсного наконечника — r_K , α_K ; г) длина полюсного наконечника — l .

Таким образом, получаем шесть величин, изменение каждой из которых приводит к изменению прочностных характеристик и веса полюсного наконечника. Последнее также определяет напряженно-деформированное состояние кольцевой части, испытывающей действие растягивающих сил и изгибающего момента.

Для удобства пользования номограммами их целесообразно группировать по трем основным параметрам, являющимся постоянными для каждой номограммы в отдельности: наружному радиусу r , толщине у основания $\Delta = r_0 - r_K$ и центральному углу α_K . Переменными параметрами в номограммы входят центральный угол α_0 и длина полюсного на-

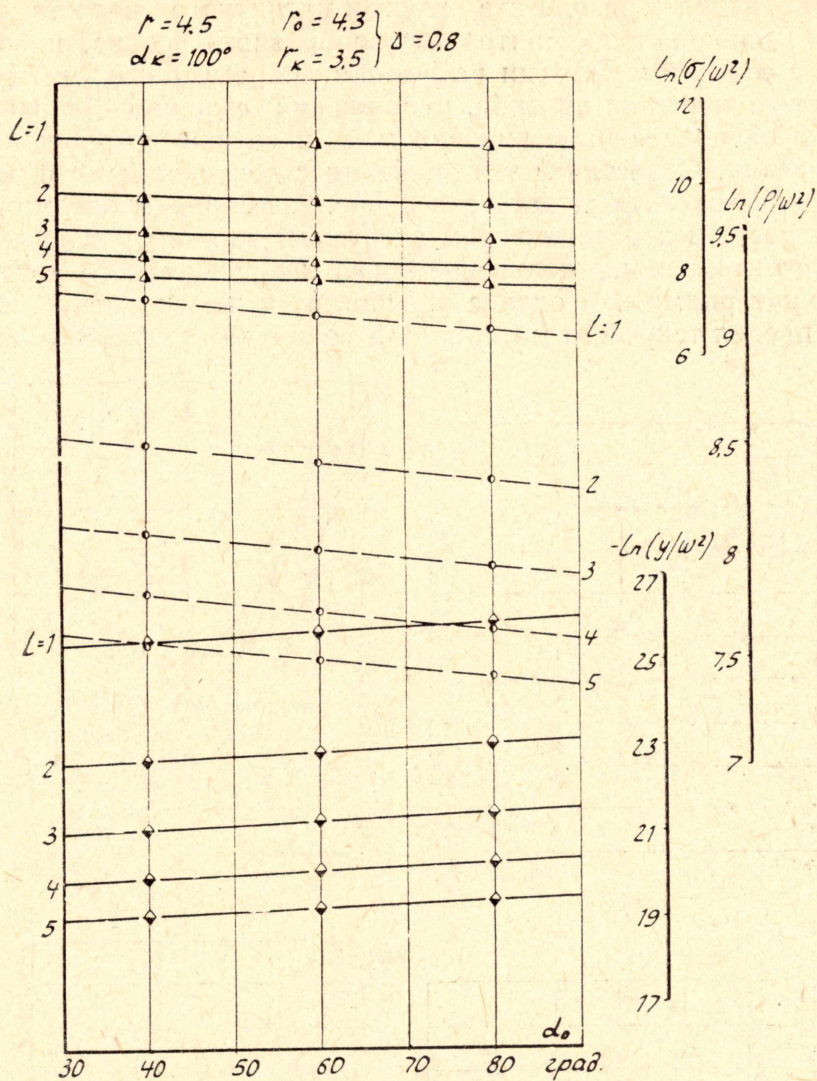


Рис. 1. Номограмма для выбора геометрии полюсных наконечников клювообразных роторов:

- ◆— расчет прогибов — $\ln(y/\omega^2)$;
- ▲— расчет напряжений — $\ln(\sigma/\omega^2)$;
- расчет равнодействующей инерционных сил — $\ln(P/\omega^2)$

наконечника l . Изменение перечисленных параметров в каждой номограмме, а также при переходе от одной номограммы к другой осуществляется с определенным шагом, который устанавливается в зависимости от диапазона варьируемых величин и от желаемой степени точности производимого выбора оптимального варианта. При этом следует иметь в виду, что чрезмерно малые значения шага влекут за собой резкое возрастание количества номограмм и существенно затрудняют работу с ними. Кроме того, промежуточные варианты могут быть получены способом экстраполяции.

В качестве рассчитываемых величин в номограммы входят максимальные значения нормального напряжения в основании полюсного наконечника — $\ln(\sigma/\omega^2)$, максимальный прогиб на свободном конце — $\ln(y/\omega^2)$ и равнодействующая неравномерно распределенной нагрузки вращающегося полюсного наконечника — $\ln(P/\omega^2)$. Все эти величины отнесены к квадрату угловой скорости и выражены в натуральных логарифмах.

гифмах. Определив в результате электромагнитного расчета машины геометрию нескольких вариантов клювообразного ротора, находим номограмму с соответствующими расчетными параметрами и определяем максимальные значения прогиба, напряжения и равнодействующей неравномерно распределенной инерционной нагрузки для заданной скорости вращения. Сопоставив эти значения с допускаемыми и используя данные электромагнитных расчетов и рис. 2, выбираем оптимальный по электромагнитным и механическим нагрузкам вариант, после чего переходим к проектированию кольцевой части клювообразного ротора. Основными критериями при оценке прочности и жесткости конструкции являются предел текучести материала и величина воздушного зазора.

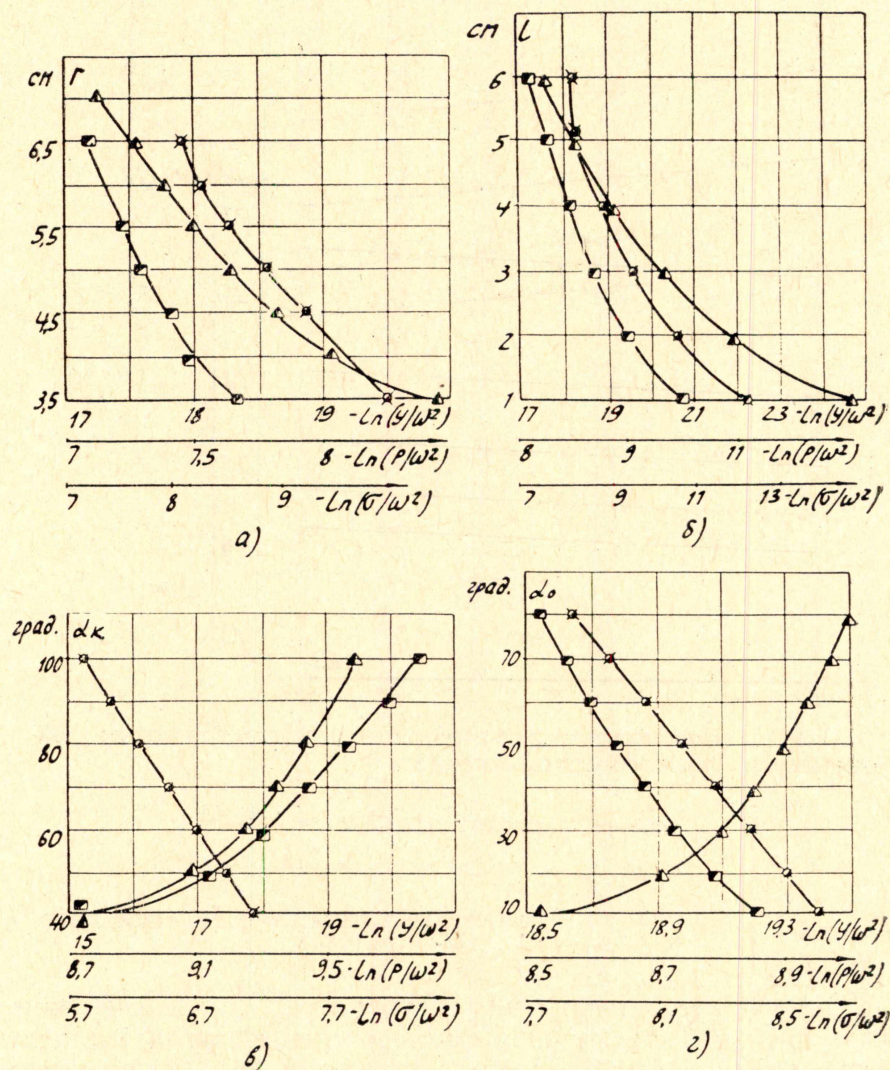


Рис. 2. Зависимость прогибов, напряжений и равнодействующей инерционных сил, отнесенных к квадрату угловой скорости, от различных геометрических параметров ротора: а — от наружного радиуса, б — от длины, в — от центрального угла в месте защемления, г — от центрального угла на свободном конце полюсного наконечника

Возможно и обратное решение задачи. В этом случае исходными величинами являются предельно допускаемые значения прогиба, напряжения, равнодействующей неравномерно распределенной нагрузки, а также наружный радиус, высота у основания наконечника и угол α_k . Длина полюсного наконечника l и угол α_0 здесь определяются из номограммы и сравниваются с данными, полученными в результате электромагнитного расчета.

Выводы

Разработанные номограммы позволяют на стадии проектирования или при модернизации существующих электрических машин быстро производить выбор наиболее рациональной в отношении энергетических и весовых показателей геометрии полюсных наконечников клювообразного ротора и получать необходимую информацию о степени его механической загрузки под действием инерционных сил.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Д. Дель, Н. К. Сергеев, Ф. Х. Томилов. Расчет на прочность и жесткость клювообразных роторов. В сб.: «Устройства электропитания и электропривода малой мощности», т. 2; «Электрические машины и аппараты», изд-во «Энергия», 1970.
2. Г. Д. Дель, Н. К. Сергеев, А. С. Соляник, Ф. Х. Томилов, Д. В. Хван. Прочность и жесткость клювообразных роторов при упругом деформировании. В сб. «Электротехническая аппаратура», т. 2, «Электрические машины», изд-во «Энергия», 1971.