



УКРАЇНА

(19) UA (11) 9805 (13) C1

(51) H 02 K 1/20; H 02 K 9/04

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДМОВСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІД

(54) СТАТОР ЕЛЕКТРИЧНОЇ МАШИНИ

1

(20) 94311384, 06.05.93

(21) 4883326/SU

(22) 19.11.90

(46) 30.09.96. Бюл. № 3

(56) 1. Абрамов А.И. и др. Проектирование турбогенераторов. М., Высшая школа, 1990, с. 51.

2. Авторское свидетельство СССР № 858181, кл. H 02 K 9/04, 1981 (прототип) (71) Институт технической теплофизики АН УРСР (ИТТФ АН УРСР) (72) Дибан Юрий Евгенович (73) Дибан Юрий Евгенович (UA)

(57) 1. Статор электрической машины, содержащий обмотку, шихтованный сердечник с вентиляционными каналами, образованными радиальными распорками между пакета-

2

ми, вентиляционные элементы, установленные в радиальных каналах, отличающийся тем, что вентиляционные элементы выполнены в виде обтекаемых тел цилиндрической формы, жестко закрепленных между радиальными распорками и расположенных на их продольной оси симметрии с продольным шагом между телами, причем число тел не меньше двух.

2. Статор электрической машины по п. 1, отличающийся тем, что вентиляционные элементы расположены перпендикулярно боковой поверхности распорок с продольным шагом между телами, равным $(1,0-3,0)/dr$, где dr - гидравлический диаметр канала в каждой точке расположения соответствующих цилиндрических тел, при этом диаметр каждого тела равен $(0,13-0,30)dr$.

Изобретение относится к области электромашиностроения, преимущественно к турбогенераторам с принудительным газовым охлаждением.

Известны статоры электрических машин, например турбогенераторов, содержащих обмотку, шихтованный сердечник с вентиляционными каналами, образованными радиальными распорками между пакетами [1]. При этом наблюдается большая тепловая неравномерность по длине канала, вызванная тем, что в районе спинки течение газа является ламинарным или переходным с присущими данному типу течений низкими значениями коэффициентов теплоотдачи, отличающимися в 2-3 раза от значений коэффициентов теплоотдачи в районе зубка, где режим течения является

полностью турбулентным. Такой перегрев железа статора приводит к его раннему старению и снижению надежности и долговечности работы сердечника статора турбогенератора в целом.

Наиболее близким из технических решений, выбранным в качестве прототипа, является вентиляционный канал, в котором в зоне спинки между вентиляционными распорками над стержнями обмотки установлены дополнительные вентиляционные элементы, например U-образной формы [2].

Указанное решение обладает рядом существенных недостатков. Во-первых, при обтекании размещенных таким образом тел U-образной формы, независимо от направления движения газа (от спинки к зазору или от зазора к спинке), будет наблюдаться

(19) UA (11)

9805

(13) C1

сложная гидродинамическая картина, характеризующаяся отрывом части газа от основного потока и образованием застойной зоны внутри U-образного элемента, а также наличием зоны противодвижения части газа по отношению к основному потоку. Часть газа из этой зоны будет затем повторно увлекаться основным потоком, а оставшаяся - создавать область повышенного гидродинамического сопротивления. Таким образом, предлагаемый гидродинамический выигрыш от использования таких тел будет нивелироваться образованием сложных, гидродинамически активных зон с повышенным сопротивлением. Во-вторых, вследствие размещения указанных элементов на поверхности нагреваемого пакета, будет наблюдаться локальное возрастание температуры железа статора в месте их установки. Поскольку внутри U-образного элемента образуется застойная зона, размеры которой зависят от глубины элемента, то охлаждение этих локальных зон нагрева будет неэффективным, по сравнению с охлаждением оставшейся части канала пакета. Причем в случае движения охлаждающего газа от спинки к зазору, когда режим течения в месте расположения U-образного элемента является ламинарным или переходным, с низкими, по сравнению с турбулентным (район зубца и паза) режимом, значениями коэффициентов теплоотдачи, наличие таких плохо охлаждаемых зон приведет к опасному перегреву железа статора, что нежелательно, особенно, если учесть традиционное железо статора в зоне спинки в обычных каналах пакета. Все вместе эти недостатки приводят к снижению надежности и долговечности сердечника статора.

Задачей изобретения является повышение надежности и долговечности статора путем интенсификации охлаждения пакетов сердечника.

Задача изобретения решается тем, что в статоре электрической машины, содержащей обмотку, шихтованный сердечник с вентиляционными каналами, образованными радиальными распорками между пакетами, вентиляционные элементы, установленные в радиальных каналах, согласно изобретению, вентиляционные элементы выполнены в виде обтекаемых тел цилиндрической формы, жестко закрепленных между радиальными распорками и расположенных на их продольной оси симметрии с продольным шагом между телами, причем число тел не меньше двух.

Вентиляционные элементы расположены перпендикулярно боковой поверхности

распорок с продольным шагом между телами равным: $(1,0-3,0)d_r$, где d_r - гидравлический диаметр канала в каждой точке расположения соответствующих цилиндрических тел, при этом диаметр каждого тела равен $(0,13-0,30)d_r$.

Выполнение вентиляционных элементов указанной формы, позволяет повысить интенсивность охлаждения статора по сравнению с прототипом. Это достигается созданием развитого турбулентного режима в канале, вследствие обтекания проходящим охладителем цилиндрических тел. Степень турбулизации потока в таком канале определяется размером тел и продольным шагом между ними. Указанный диапазон размеров и шагов между телами позволяет достичь наиболее высокой степени турбулизации по сравнению с другими размерами и шагами, а также по сравнению с прототипом. Высокая степень турбулизации потока вызвана тем, что при обтекании цилиндрического тела в узком щелевом канале, как-выс с точки зрения геометрии и является вентиляционный канал, поток охладителя отрывается от цилиндра, образуя за задней кромкой две отрывные области, смыкающиеся на некотором, конкретном для каждого размера, расстоянии. Если же в месте смыкания потока установить еще один цилиндр, то будет происходить усиление описанного выше процесса, т.е. за цилиндром будет образовываться вихревая дорожка, на всем протяжении которой будет наблюдаться увеличение коэффициента теплоотдачи по сравнению с прототипом. Потому в указанном канале требуется установка не меньше двух цилиндрических тел указанного размера и шага.

Изобретение поясняется чертежами. На фиг.1 изображен продольный разрез турбогенератора с газовым охлаждением. На фиг.2 показан вентиляционный сегмент и его поперечный разрез. На фиг.3 показано влияние диаметра цилиндрических тел на теплообмен в канале. На фиг.4 приведено влияние продольного шага между телами на теплообмен в вентиляционном канале.

Статор 1 содержит обмотку 2, шихтованный сердечник 3, вентиляционные каналы 4, отсеки 5, газоохладитель 6, цилиндрические тела 7, распорки 8, пакеты 9.

Холодный газ, поступая из газоохладителя 6, проходя по отсекам 5, поступает в охлаждающие каналы 4 статора, расположенные между пакетами 9 и образованные радиальными распорками 8. На их продольной оси перпендикулярно расположены и жестко закреплены обтекаемые цилиндри-

ческие тела 7. Проходя по каналу, газ турбулизуется, нагревается и, выйдя из канала, поступает в газоохладитель, и процесс повторяется заново.

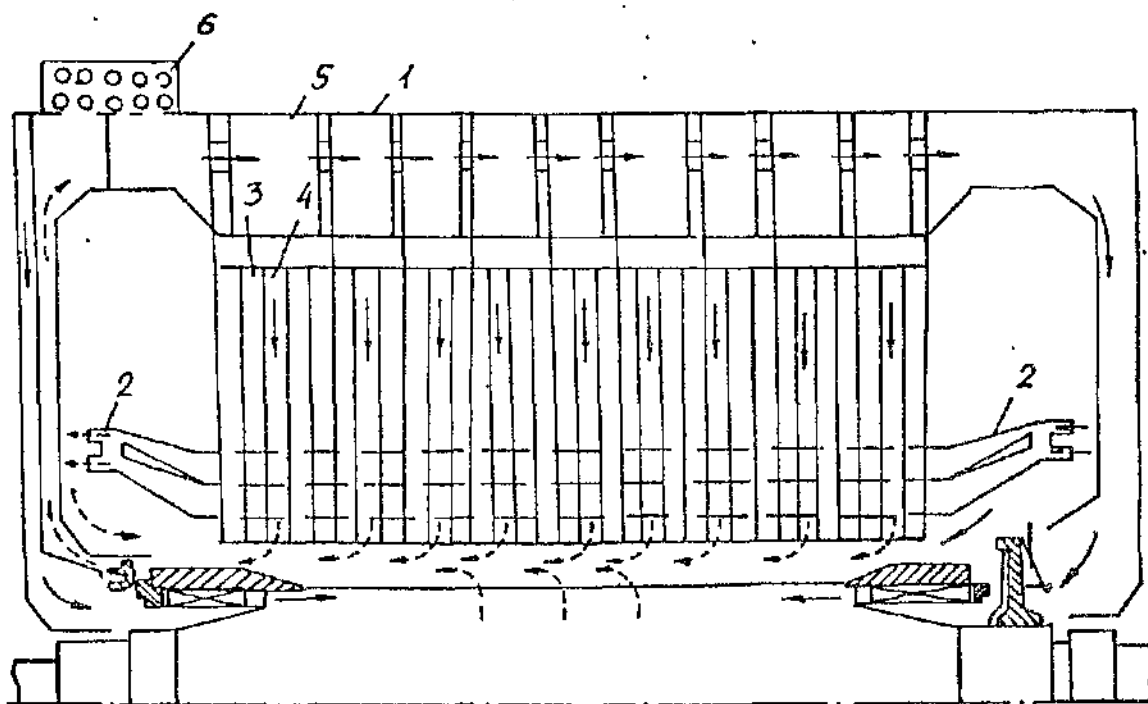
На фиг.3 линия 10 показывает зависимость теплоотдачи (числа Нуссельта (Nu)) от режима течения (число Рейнольдса (Re)) для прототипа, линия 11 соответствует указанному каналу с цилиндрическими телами диаметром $0,13 d_r$, линия 12 - телам диаметром $0,2 d_r$, а линия 13 - телам диаметром $0,3 d_r$. Во всех случаях шаг между телами равнялся $1,0 d_r$, а гидравлический диаметр рассчитывался для геометрии прототипа.

Из графика (линии 11-13) следует, что

в среднем 150% по сравнению с прототипом (линия 10).

На фиг.4 показаны результаты экспериментов в зависимости от шага между телами. Линия 14 соответствует продольному шагу между телами $3,0 d_r$, линия 15 - шагу $2,0 d_r$. Все результаты приведены для тел диаметром $0,2 d_r$. Из графика следует, что средний рост теплоотдачи в виде числа Nu составляет 140% по сравнению с прототипом (линия 10).

Применение указанных вентиляционных элементов позволяет увеличить межремонтный срок службы сердечника статора, что в свою очередь увеличивает долговечность работы самого турбогенератора.



Фиг. 1

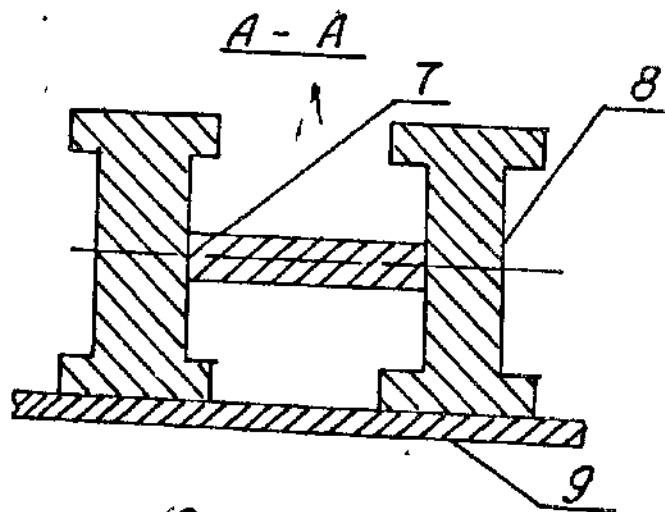
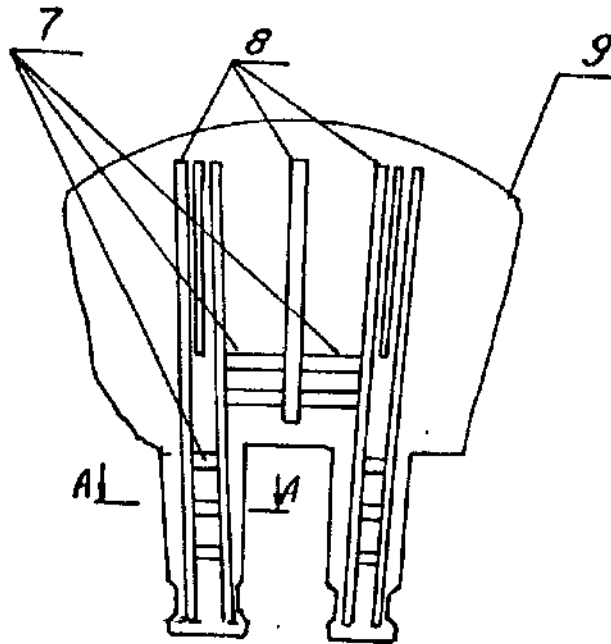
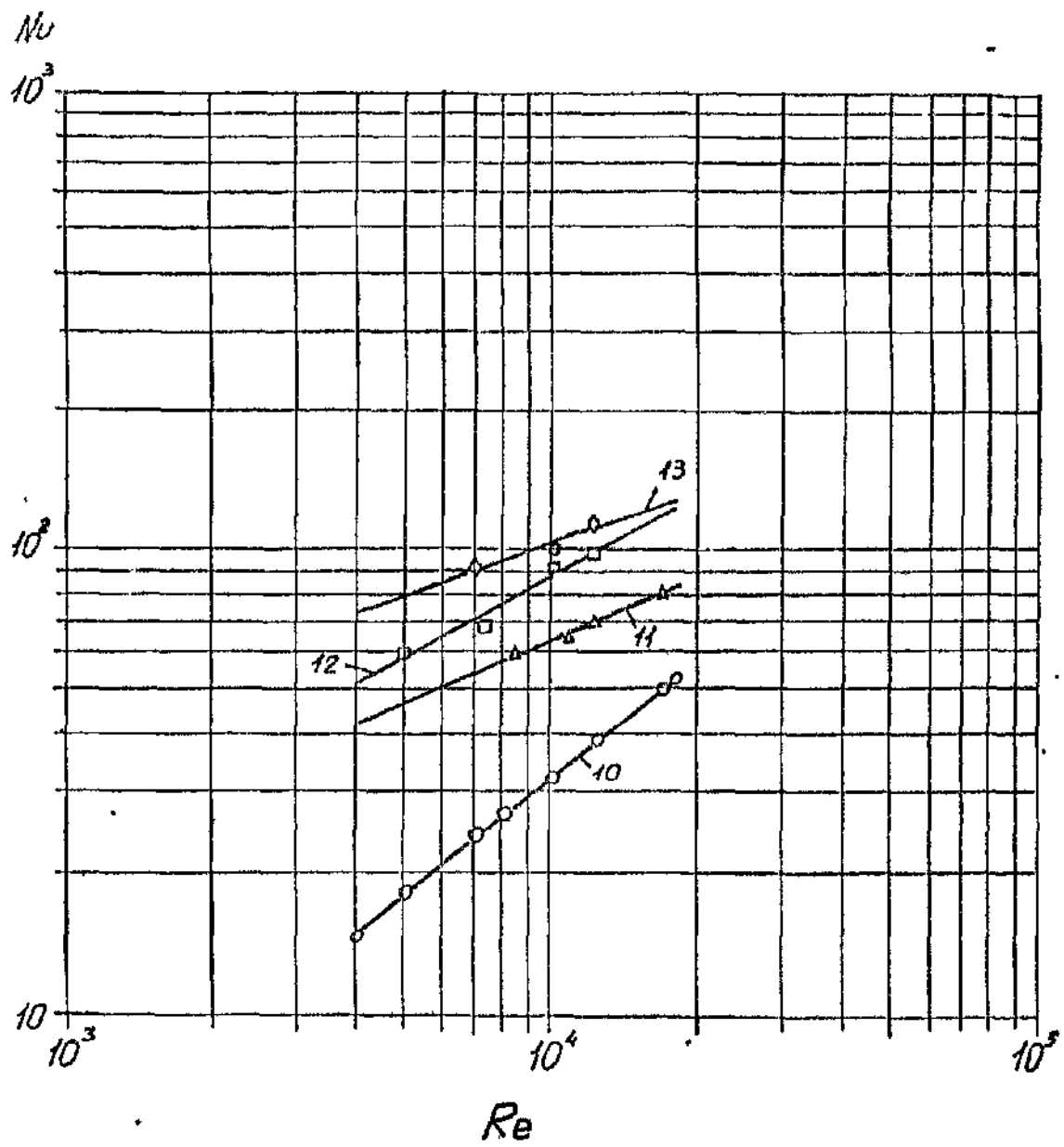
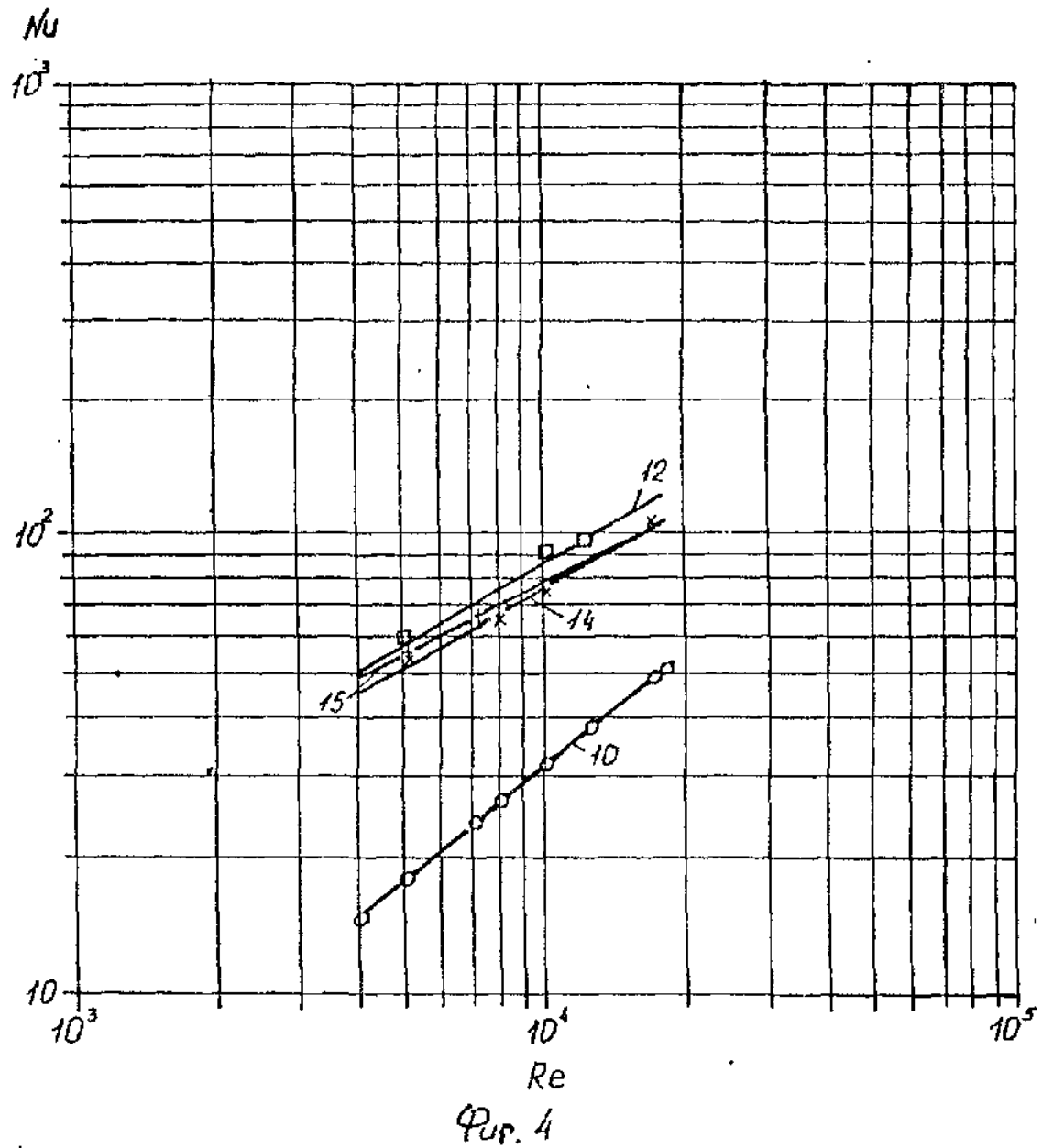


FIG. 2

 $\varphi_{un.3}$



Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор М. Керецман

Замовлення 4552

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101