

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА, ЩО ПЕРЕКАЧУЄ ЗРІДЖЕНИЙ ГАЗ ПРИ ТЕМПЕРАТУРІ $-161,5^{\circ}\text{C}$

Д.І. ТІТІШОВ

*Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова, м. Харків, Україна
e-mail: DenTitishov@gmail.com*

Мета: розробка двигуна, який міг би працювати в середовищі зрідженого природного газу, температура якого $t = -161,5^{\circ}\text{C}$

Велика кількість природного газу знаходиться в районах звідки транспортування трубопроводами може виявитися нерентабельним. Цей газ зріджується і транспортується морем по всьому світу. Зріджений природний газ є екологічно чистим енергоносієм з низьким рівнем шкідливих викидів при спалюванні.

Станом на 2017 рік в світі налічується більше чотирьохсот танкерів які транспортують цей газ. За підрахунками експертів, через чотири роки судів, що транспортують зріджений природний газ, може бути більше 500.



Рис. 1 – Mozah - танкер класу Q-Max



Рис. 2 – Танкер типу Moss

В даних судах використовують асинхронний двигун з насосом в одному корпусі (Рисунок 4) який охолоджується самим зрідженим природним газом, який має температуру $-161,5^{\circ}\text{C}$, але випробування проводилися в рідкому азоті температура якого -196°C .

Опір ізоляції і електрична міцність ізоляції до і після закінчення всіх випробувань відповідає вимогам ГОСТ 183-74.

Приведення опору обмоток статора і ротора до температури -196°C .

$$\rho_p := 0.0345 \cdot \left[1 + (t - 20) \cdot \alpha_p \right]$$
$$R_{02} := 0.0345 \cdot \left[1 + (t - 20) \cdot \alpha_p \right]$$

При зниженні температури обмотки статора від (10-14) °С до -196°С її опір різко зменшилася від (8,41-8,53) Ом до 1,08 Ом. В результаті втрати в обмотках різко зменшені, що призвело до істотного збільшення ККД

В зв'язку того, що проєктований двигун має велику потужність - 200 кВт, а й отже великі габаритні розміри, дослідження проводилися на макеті з використанням асинхронного двигуна типу АІР71В4 наведеного на рисунку 3

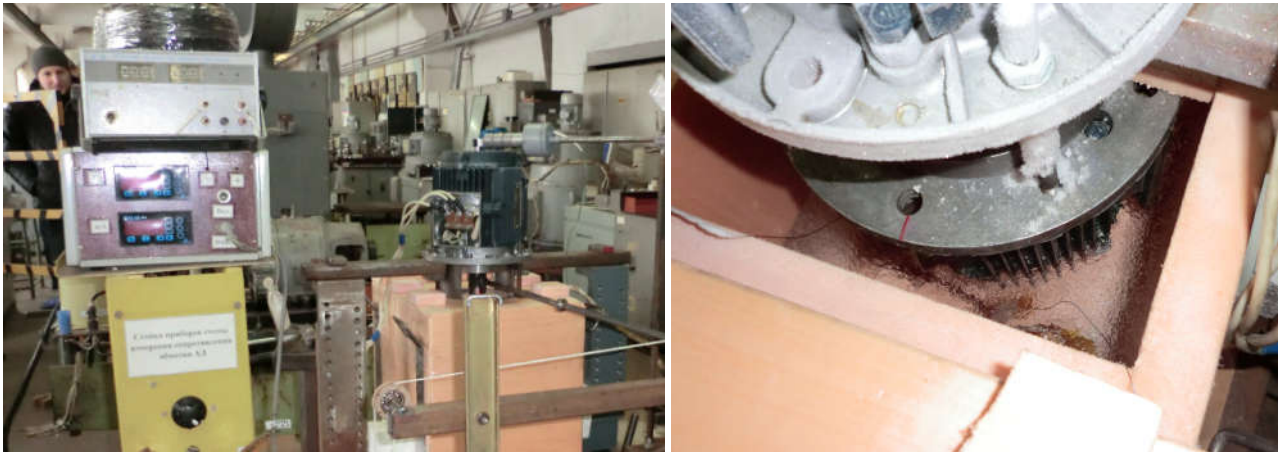


Рис. 3 – Випробувальна ємність з рідким азотом та зануреним асинхронним двигуном типу АІР71В4.

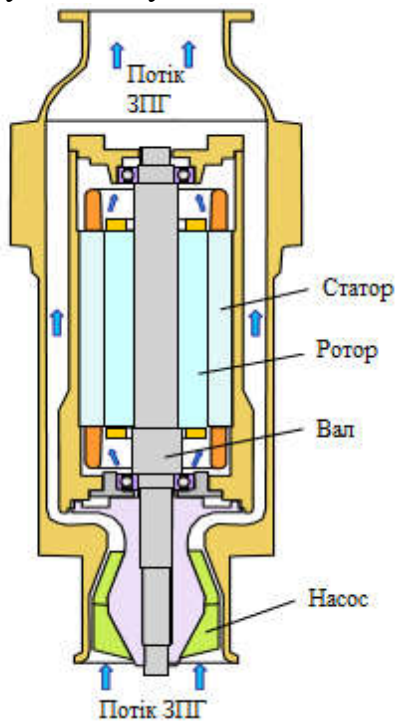


Рис. 4 – Асинхронний двигун з насосом в одному корпусі.

Найбільше значення коефіцієнта корисної дії макетного двигуна при роботі на повітрі і температурі обмотки статора (30 - 46) °С становить (76 -77)%, а при роботі в середовищі рідкого азоту при температурі -196 °С - (91 - 93)%.

При допустимій загальній втраті потужності в асинхронному двигуні рівній (200 - 250) Вт при роботі на повітрі з температурою обмотки статора (30 - 46) ° С двигун забезпечує корисну потужність на валу P_2 рівну приблизно (750 - 850) Вт, а при роботі в середовищі рідкого азоту при температурі обмоток статора і ротора -196 °С - забезпечує корисну потужність P_2 приблизно до 2000 Вт.

Для проєктованого двигуна найбільше значення коефіцієнта корисної дії асинхронного двигуна при роботі на повітрі і температурі обмотки статора 20° С становить 93,969%, а при роботі в середовищі рідкого азоту при температурі - 196° С - 97,03%.

Зазначених значень коефіцієнта корисної дії асинхронного двигуна досягли при практичній відсутності перегріву обмоток.

Однак зниження опору ротора призводить до зменшення пускового моменту. Для того щоб досягти величину пускового моменту потрібного значення в цьому двигуні був застосований ротор з подвійною короткозамкненою білячою кліткою.

ВИСНОВКИ

Розроблений двигун відповідає всім технічним вимогам. Основні дані електромагнітного розрахунку:

Номінальна потужність двигуна	$P_2 = 200$ кВт
Струм статора в номінальному режимі	$I_1 = 335.302$ А
Коефіцієнт корисної дії	$\eta = 97,03$ %
Коефіцієнт потужності	$\cos\varphi = 0.931$
Номінальне ковзання	$S_H = 0,59$ %
Номінальна швидкість обертання	$n = 1491$ об/хв
критичне ковзання	$S_M = 3,719$ %
Кратність максимального моменту	$K_{MM} = 2,809$
Коефіцієнт пускового тока	$K_{II} = 7,869$
Коефіцієнт пускового моменту.	$K_{Mp} = 1,137$