

**Міністерство освіти і науки України
Херсонський національний технічний університет**

МАТЕРІАЛИ

**Другої Всеукраїнської науково-практичної
інтернет-конференції студентів, аспірантів і
молодих вчених**

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ



24-26 травня 2017 р.
м. Херсон, Херсонський національний технічний університет
http://kntu.net.ua/Conference_APME

Матеріали II-ї Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Актуальні проблеми сучасної енергетики». – Херсон: ХНТУ, 2017. – 138 с.

У матеріалах конференції викладені результати досліджень, які присвячені актуальним проблемам сучасної традиційної та альтернативної енергетики: питанням електроенергетики та теплоенергетики, дослідженню, впровадженню та оптимізації систем нетрадиційної та відновлюваної енергетики, енергозбереженню та автоматизації енергетичних процесів, а також їх економічним та екологічним аспектам.

Усі матеріали публікуються в авторській редакції. Відповідальність за підбір і точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, імен та інших відомостей, а також за те, що матеріали не містять даних, які не підлягають відкритій публікації несуть автори та наукові керівники опублікованих матеріалів.

Відповідальний за випуск: Резнік В.О.

Комп'ютерне макетування: к.т.н., доц. Баганов Є.О.

Організацію та проведення конференції затверджено наказом по Херсонському національному технічному університету від 10.05.2017 №146.

Відповідно до пункту №250 листа Міністерства освіти і науки України від 23.01.2017 №1/9-24 переліку проведення міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференцій здобувачів вищої освіти і молодих учених у 2017 році

ISBN 978-966-2207-43-9

Адреса організаційного комітету: 73008, м.Херсон, Бериславське шосе, 24,
Херсонський національний технічний університет, корп. 1, ауд. 125.

© Колектив авторів, 2017
© Дизайн та макетування. Кафедра енергетики, електротехніки і фізики
Херсонського національного технічного університету

| | | |
|--|-------|-------|
| Anderson A. Use of ground source heat pumps for heating oil in tanks | ..... | 84 |
| Головина Н.В., Малеев В.А. Альтернативная энергетика Херсонской области: анализ и перспективы | ..... | 87 |
| Головина Н.В., Малеев В.А. Возобновляемая энергетика в Украине: тенденции и перспективы | ..... | 91 |
| Сосновская А.В. Детонационно-эжекторный электрогенератор | ..... | 95 |
| СЕКЦІЯ 4. Енергозбереження та автоматизація енергетичних процесів |  | ..... |
| Олійник О.Ю. Використання непрямих методів вимірювання для дослідження впливу магнітних і електричних полів в теплових газорідних системах | ..... | 98 |
| Гузенко В.В., Порт В.С. Оцінка ефективності виконання правил безпеки технічного персоналу на трансформаторних підстанціях | ..... | 100 |
| Кулагін Д.О., Яценко Д.В., Волков М.А. Математична модель підвищення енергетичного потенціалу дизель-генераторної електромеханічної системи | ..... | 103 |
| Сухін В.В., Середин М.Ю. Розробка автоматизованої системи управління параметрами мікроклімату тваринницьких приміщень | ..... | 106 |
| Юрченко І.Ю., Горічко Н.І., Глушач Є.В. Вирішення питань енергозбереження у сучасному електроприводі | ..... | 110 |
| Коломієц В.О., Зосімов Є.В. Пристрої захисного відключення в системах електропостачання | ..... | 113 |
| Тростянка В.О., Гончар В.В. Перспективи використання електродвигунів з економічним режимом роботи в бджільництві | ..... | 115 |
| Грамов В.О., Баганов Є.О. Вдосконалення математичної моделі процесу точкової пайки струмопровідної шини фотоелектричного перетворювача | ..... | 117 |

USE OF GROUND SOURCE HEAT PUMPS FOR HEATING OIL IN TANKS

Anderson A.

Odessa national academy of food technologies, Odessa

Ayanderson1992@gmail.com

Scientific adviser: Ph.D, senior researcher Kologrivov M.

There is a problem of heating highly viscous petroleum products during their storage. Due to high pour points (up to 40-45°C), it is necessary to keep the product temperature constant at 50-60°C [1]. At existing terminals, water steam is using for heating this type of oil. The production of water steam is accompanied by a large expenditure of energy resources, as well as pollution of the environment by harmful combustion products.

Consider the possibility of using ground source heat pumps as an alternative to steam boilers. This method of heating viscous oil products is interesting in our opinion.

Consider two possible options for using heat pumps for heating in tanks of high-viscosity petroleum products due to the heat of the ground - using horizontal and vertical ground heat exchangers.

In both versions, the brine (water with antifreeze, glycol, ethanol) takes heat from the ground, then transfers it to the intermediate heat agent (freon or other) in the heat pump evaporator. After the boiling of freon, its vapor is compressed in the compressor, which is part of the heat pump. The compressor for the drive uses electricity. In this case, the vapor increases its temperature to 65°C. Then the compressed freon vapor condenses at 65°C in the condenser of the heat pump and is supercooled by giving heat to the circulating water of the oil heating system, heating it to 60°C. After this, the pressure of the freon condensate is reduced in the throttle valve and the condensate with the preset pressure enters the evaporator. Then the cycle repeats. Hot circulating water maintains the temperature of oil products up to 55°C. After cooling, water enters the condenser of the heat pump for heating and the water cycle closes (Figure 1).

In the first variant, the pipes with antifreeze are laid horizontally and in parallel into trenches with a depth of 1.2 ÷ 1.5 m. It is also practiced spiral laying of pipes at a depth of 2 ÷ 4 m to reduce the area occupied by the pipes. The heat dissipation in the ground at depths of up to 1.5 m depends on the heat influx from the depth, from the surface, from the presence of subsoil waters, and also on the type and condition of the ground.

For a pipe with a diameter of 89 mm, with an average antifreeze temperature of 0°C, with a temperature of the surrounding ground at a pipe axis depth of 10°C and a coefficient of thermal conductivity of the ground of 1.5 W/(m·K), the linear density of the heat flux will be 20W per meter of pipe.

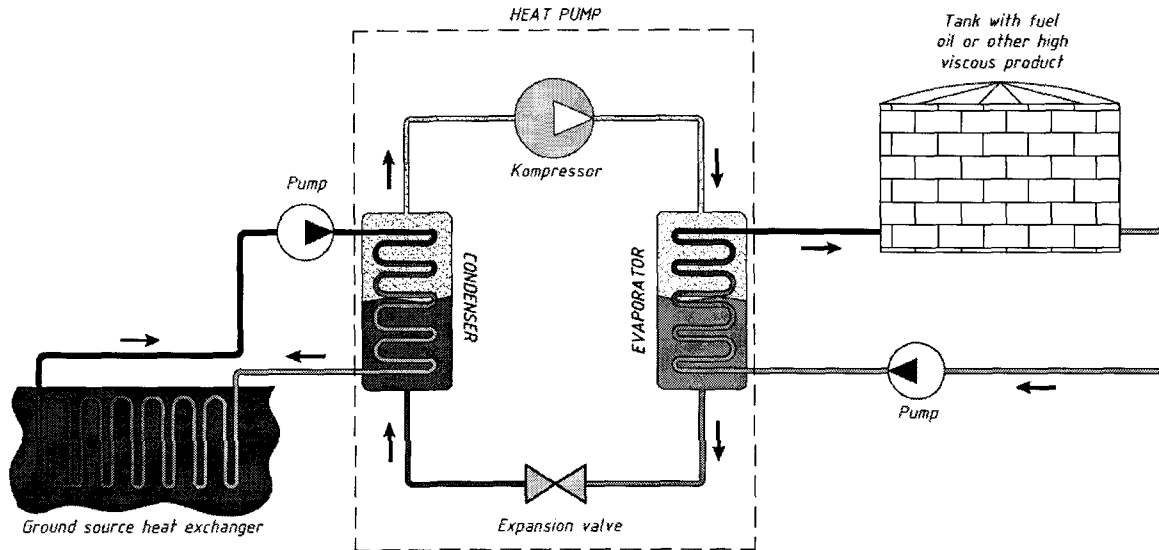


Fig. 1. Schematic diagram of the heat pump for heating fuel oil in a tank

$$q_L = \frac{t_{gr} - t_l}{R_{gr}} \quad (1)$$

where, t_{gr} – ground temperature, °C; t_l – temperature of circulating agent, °C; R_{gr} – thermal resistance of ground W/m·K.

$$R_{gr} = \frac{1}{2 \cdot \lambda_{gr} \cdot \pi} \cdot \ln\left(4 \cdot \frac{h}{d_o}\right) \quad (2)$$

where, λ_{gr} – thermal conductivity of the ground, W/m·K; h – well height, m; d_o – the outer diameter of the well, m.

Thermal losses from the reservoir RVS-10000, which stores fuel oil, are 185 kW [2]. To compensate these losses, we select a pump with a thermal power of 200 kW (with a margin). The coefficient of thermal efficiency is 3. Thus, 140 kW of energy comes from the phase transition of the intermediate thermal agent from the liquid to the gaseous state with its subsequent compression in the compressor. The phase transition occurs due to the low boiling point of the intermediate coolant, which is heated by the ground heat exchanger. The remaining 60 kW is necessary for the operation of the compressor, and it is covered by electricity.

The length of the pipes in the ground is 7000 m (7 km). Given the mutual arrangement of pipes per pipe meter accounting for at least 0.85m² area. Total occupied area is 6000m² (60x100m or soccer field).

In the second variant, vertical wells of up to 200 m depth are used to heat the antifreeze. For this variant, heat inflows from the surface are not taken into account. Heat inflows are taken from an array of rocks and groundwater, if available. The density of deep heat flow is estimated at 0.05 W/m² or 0,0157 W per meter of pipe. The presence of groundwater increases the heat input by an order of magnitude. We take the average value of heat input in the depth of the well - 2W per meter. The thermal power of one well is 400W. For a total heat sink of 140 kW, it is necessary to drill 350 wells with a depth of 200m each. The area occupied by one well is assumed to be 10m². The area occupied by all the well is 3500m² (60x60m or half a soccer field).

Calculate the estimated payback period from the building and using ground source heat pump instead of traditional method of heating with steam.

To date, the average market cost of installing a heat pump is 200-250 € per 1 kW of installed capacity. Taking an average price of 225 €, the cost of our heat pump will be approximately 40,000 €. As described above, out of 200kW of energy, 140kW comes from the ground, and 60kW from the use of electricity. Based on the cost of electricity at 0.064 € / kW, the operating costs of the heat pump will be about 3.8 € / hour.

Calculate the existing operating costs when heating fuel oil with steam. Energy is natural gas, which is burning in steam boilers. The amount of natural gas needed to generate 200 kW of thermal energy is determined by the formula:

$$V_{n.gas} = \frac{Q}{\eta \cdot Q_{n.gas}} \quad (3)$$

where, Q – heat generated power, kW; η - efficiency of steam boiler, %; $Q_{n.gas}$ - calorific value of natural gas, kJ/m³.

Considering the calorific value of natural gas equal to 34300 kJ/m³ and the boiler efficiency equal to 95%, required quantity of natural gas, defined by formula (3), will be 22 m³/hour. Based on the cost of natural gas 300 €/m³ operating costs for steam boiler operation is amount 6.5 €/hour.

Thus, the savings on using a heat pump instead of a steam boiler will be approximately 2.7 € / hour. The payback period, provided the heat pump is installed at a cost of 45000 €, will be approximately 22 months. In addition, when using a heat pump, there are no emissions of harmful substances into the atmosphere, in contrast to the use of steam boilers.

It should also be noted that the large tank farms have storage capacity of more than 100000 m³. The use of heat pumps in such cases is not advisable, because it requires a colossal area of the ground heat exchanger. The area that is used for heat exchangers can not be used for other purposes. This is especially noticeable if the tank farm is located within the city limits, which practically excludes the possibility of using a heat pump for large oil terminals.

From our point of view, the use of heat pumps for heating viscous oil in the tanks is suitable for small tank farms with a capacity to store up to 10000m³. In this case, there will be a fast payback and high energy efficiency combined with environmental safety of the process. For large oil terminals it is more appropriate to consider the possibility of heating by means of a geothermal circulation system [2].

Bibliography:

1. Тугунов П.И. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов. Учебное пособия для ВУЗов. /П.И. Тугунов, В.Ф. Новоселов, А.А. Коршак, А.М. Шаммазов. — Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2002. — 658с.
2. Андерсон А.Ю., Кологривов М.М. Подогрев мазута в резервуаре геотермальной энергией /Промышленная теплотехника. – 2015, - Том 37. - № 7. – С. 201-207.