

## АНОТОВАНИЙ ЗВІТ

про виконанні роботи згідно Договору № 405 від 02.03.2015 р.  
(станом на 01.12.2015 року)

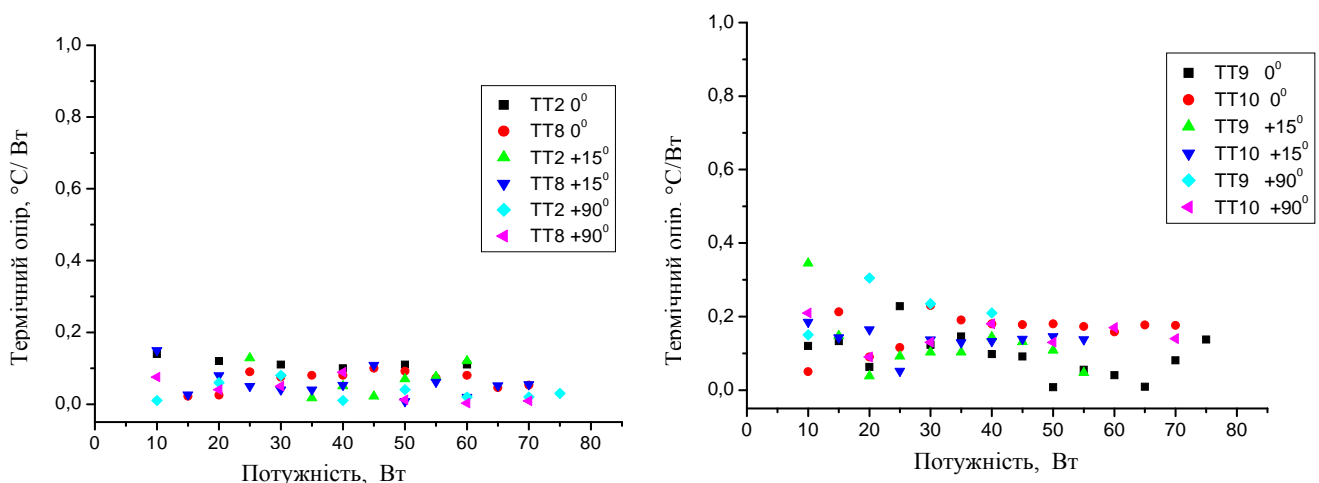
### « Розроблення і дослідження характеристик та параметрів мініатюрних і плоских теплових труб з композиційними капілярними структурами, призначених для систем термостабілізації космічного та авіаційного обладнання »

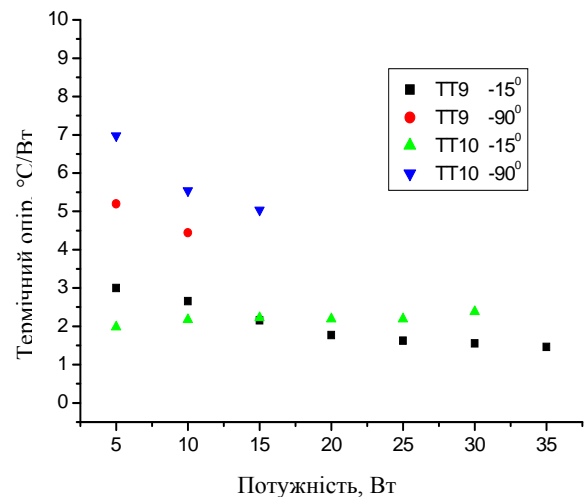
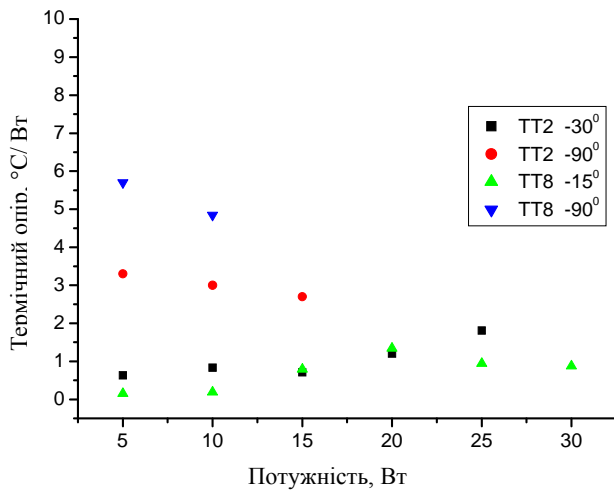
Етап II: Виготовлення дослідних зразків теплових труб, призначених для космічного та авіаційного приладобудування. Дослідження фізичних характеристик розроблених теплових труб з композиційними капілярними структурами.

Згідно з «Календарним планом» виконання робіт за Договором № 405 (від 02.03.2015 р.) у 2015 р. в ІПМ НАН України проведено та виконано наступні роботи:

- Виготовлено ряд дослідних зразків теплових труб (ТТ) низькотемпературного діапазону ( $-50...+200$  °С), у тому числі – дослідний зразок плоскої теплової труби.
- Проведено ряд випробувань щодо роботоздатності виготовлених дослідних зразків. Результати – позитивні (всі ТТ – у роботоздатному стані).
- Досліджено ряд фізичних характеристик розроблених теплових труб з метало-волоконистими та композиційними капілярними структурами, при зміні орієнтації ТТ у гравітаційному просторі. Зокрема, досліджено: 1) теплові потоки  $Q$  [Вт], що передавали ТТ; 2) розподілення значень температур у різних місцях ТТ (за їх довжиною та висотою).

Проведено випробування дослідних зразків теплових труб із корозійностійкої сталі діаметром 10 мм, довжиною 500 мм. Труби низькотемпературного діапазону ( $-50...+200$  °С) містили в якості рідини-теплоносія етиловий спирт та ацетон.





На рисунках 1-4 представлено залежності термічного опору (основного показника якості ТТ) від теплового навантаження при різній орієнтації теплової труби у гравітаційному просторі. Теплоносієм у трубах ТТ2 і ТТ8 був ацетон, а в ТТ9 і ТТ10 – етанол.

Передбачено проведення подальших випробувань теплових труб з меншими значеннями діаметрів.

Розроблено і виготовлено дослідний зразок плоскої теплової труби. Основним призначенням цієї ТТ є відведення надлишкової теплоти із вузьких та важкодоступних місць електронної та теплонапруженої апаратури.

Основні параметри та характеристики дослідної ТТ – наступні:

- розміри ТТ: 210 x 210 x 4 мм; матеріал корпусу ТТ – мідь М1;
- товщина стінки корпусу – 0,5 мм;
- капілярна структура: металеве волокно;
- діаметр волокон (фракцій) – 40 мкм; довжина волокон (фракцій) – 3 мм;
- середня пористість КС – 79 %;
- рідина-теплоносій – етанол;
- маса ТТ – 450 г.



Рис. 5 – Плоска ТТ: вигляд



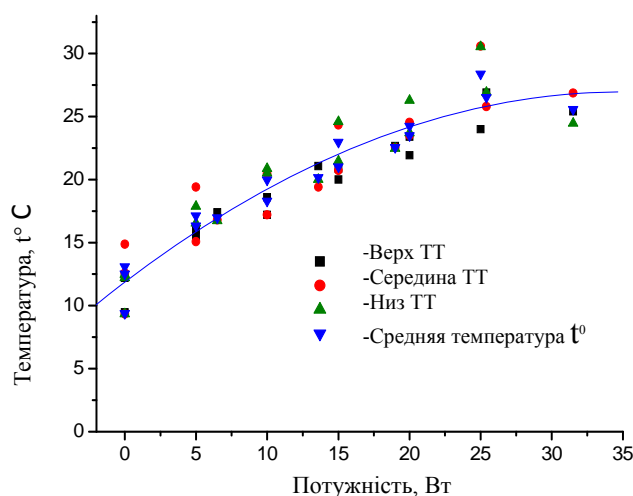
Рис. 6 – Випробування ТТ

Випробування теплової труби проведено при її вертикальному розташуванні, у режимі вільної конвекції охолоджувального повітря.

У нижній частині труби з однієї її сторони встановлено плоский електронагрівач (розміри: 185 x 95 x 5 мм). Максимальна потужність нагрівача  $Q_{\max} = 50$  Вт. У верхній частині труби, з обох її сторін, встановлено металеві тепловідводи-радіатори. Останні виконано з двох оребрених алюмінієвих пластин.

Вимірювання температур поверхні теплової труби здійснювали у декількох контрольних точках (низ, середина і верх ТТ): по 9 точок з кожного боку труби. Діапазон теплового навантаження ТТ: 0 – 32 Вт.

Виконано 5 серій випробувань теплової труби при різних температурах навколишнього повітря. Температура повітря змінювалася від 10 °С до 25 °С.



На рисунку 7 представлено залежність температури поверхні теплової труби від теплового навантаження (при різних температурах повітря в лабораторії).

Термічні опори плоскої теплової труби  $R_{\text{ТТ}}$  не перевищували значень 0,3 К/Вт. Випробування ТТ протягом тривалих періодів часу функціонування дослідиного зразка підтвердили високі функціональні та теплофізичні характеристики створеної теплової труби.

Також підготовлено робоче місце (у складі комп'ютеризованого експериментального стенду) для подальших випробувань ряду теплових труб (з рідиною-теплоносієм «ацетон») при різних кутах розташування ТТ в наземних умовах.

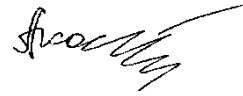
Результати виконання робіт у 2015 р. опубліковано в наступних вітчизняних науково-технічних виданнях:

1. Збірник Доповідей 15<sup>ї</sup> Укр. Конференції з космічних досліджень. (24-28 серпня 2015 р.; Одеса). Темат. секція № 4: «Прилади, матеріали та технології для космічних досліджень»; с. 78.

Назва доповіді: «**Вплив орієнтації композиційних капілярних структур на термічний опір теплових труб космічного призначення**»,  
автори: А.Г. Косторнов, А.А. Шаповал, А.Л. Мороз, І.В.Шаповал.

2. Материалы «5<sup>й</sup> Международ. конф-ции « *HighMatTech* »; Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины. – НТУУ «КПИ»: Киев, Украина. – 5-8 октября 2015 г. – Доклад G 384: **«Плоские тепловые трубы низкотемпературного диапазона для охлаждения транспортной аппаратуры»**.  
Косторнов А.Г., Мороз А.Л., Шаповал А.А., Шаповал И.В. – Институт проблем материаловедения им. И.Н.Францевича НАН Украины, Киев, Украина.  
– Сб-ник докладов 5<sup>й</sup> Межд. конф. « *HighMatTech* ».
3. Стаття: **« Ресурс и надёжность работы тепловых труб с капиллярными структурами волокнистого строения »**. Авторы: А.Г.Косторнов, А.А.Шаповал, А.Л.Мороз, И.В.Шаповал, Н.Е.Скрынская.  
Институт проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича Національної академії наук України. Ж-л «Космічна наука і технологія», 2015, № 5, с.

Науковий керівник НДР, академік НАН України



А.Г.Косторнов