

ций в  $\alpha$ - и  $\gamma$ -фазах. Полученные результаты будут использованы при разработке сталей для деталей проточной части центробежных насосов (Рис. 1).



Рис. 1 – Детали узла разгрузки ротора от осевого усилия

### Список литературы

1. *Nosonovsky M., Bhushan B.* Green tribology: principles, research areas and challenges // Philosophical transactions of the royal society, A. – 2010. - 368. – P. 4677-4694.
2. *Holmberg K., Erdemir A.* Influence of tribology on global energy consumption, costs and emissions // Friction. – 2017. – 5, no 3. – P. 263-284.
3. *Novytskyy V. G., Havryliuk V. P., Tikhonovich V. I.* Effect of copper on wear rate of stainless Fe-Cr-C-Cu steel for power industry under sliding friction // Proceedings of 4th European Stainless Steel Science and Market Congress, June 10-13, 2002, Paris, France. – P. 380-385.

УДК 621.771.062:669.715

**О. В. Ноговіцин, А. С. Нурадинов, О. Л. Гончаров, І. Р. Баранов,  
Д. О. Петренко, І. А. Нурадинов**

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, м. Київ

Тел.: +38 044 424-04-52, e-mail: [alexey.nogovitsyn@gmail.com](mailto:alexey.nogovitsyn@gmail.com)

### **ВПЛИВ ГАРЯЧОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ТА ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАС- ТИВОСТІ ЛИТОЇ СТРІЧКИ ЗІ СПЛАВУ Д16**

Сплав Д16 (EN 2024) відносяться до сплавів серії 2xxx, що містить в якості основних легуючих елементів мідь і магній. Додатково легований марганцем. Листи з

цих сплавів знайшли широке застосування в промисловості в виробках, що працюють при кімнатних і підвищених температурах. Лист зі сплаву Д16, отриманий прокаткою зі зливка, зміцнюється термічною обробкою, загартуванням і старінням, набуваючи при цьому високих механічних властивостей і зберігаючи задовільну технологічну пластичність. В роботі запропоновано принципово новий підхід до виробництва алюмінієвого прокату шляхом валкового прокатування з рідкого стану. Проте технологію отримання штаб із зазначених матеріалів способом валкового розливання-прокатування досі не розроблено, що пов'язано з великим, більше 100 °С, інтервалом кристалізації алюмінієвих сплавів цих систем (135 °С).

В дослідженнях застосовувалась валкова машина, прототип якої розроблено в Науково-дослідному інституті спеціальних видів лиття (м. Одеса). Алюмінієвий сплав Д16 розливали в валках за температури 645 °С зі швидкістю 0,32 м/с з отриманням полоси товщиною 3,5 мм. Механічні властивості досліджували при комплексному впливі «валкова розливка + гаряча прокатка + термічна обробка». Обрано різні поєднання вказаних факторів, а саме:

0 – «валкова розливка + гаряча прокатка» (температура прокатки  $T=400$  °С, накопичена деформація  $\varepsilon=0, 50, 63, 75, 87$  %);

1 – «валкова розливка + термічна обробка» (відпал при  $T=415$  °С,  $t=2$  год + охолодження з піччю до 150 °С + охолодження на повітрі);

2 – нагрівання (при  $T=495$  °С,  $t=30$  хв + гартування у воді + витримка за кімнатної температури більше 3-х діб);

3 – нагрівання (при  $T=495$  °С,  $t=30$  хв + гартування у воді + витримка протягом доби в печі при  $T=120$  °С + охолодження на повітрі).

Результати механічних випробувань наведено на Рис. 1. З графіків видно, що гаряча деформація стрічки зі сплаву Д16 з подальшою її термічною обробкою істотно впливає на механічні властивості листів, особливо на пластичність. Максимального відносного видовження ( $\delta=20\dots22\%$ ) цей сплав набуває при 6...8-кратному обтисненні з наступним загартуванням і природному старінні на спокійному повітрі за кімнатної температури. Максимальна межа міцності ( $\sigma_s=442\dots462$  МПа) сплаву Д16 після гартування є майже однаковою як при природному, так і при штучному старінні. Отримані властивості перевищують наведені в аналітичному огляді і є значно вищими від вимог стандартів.

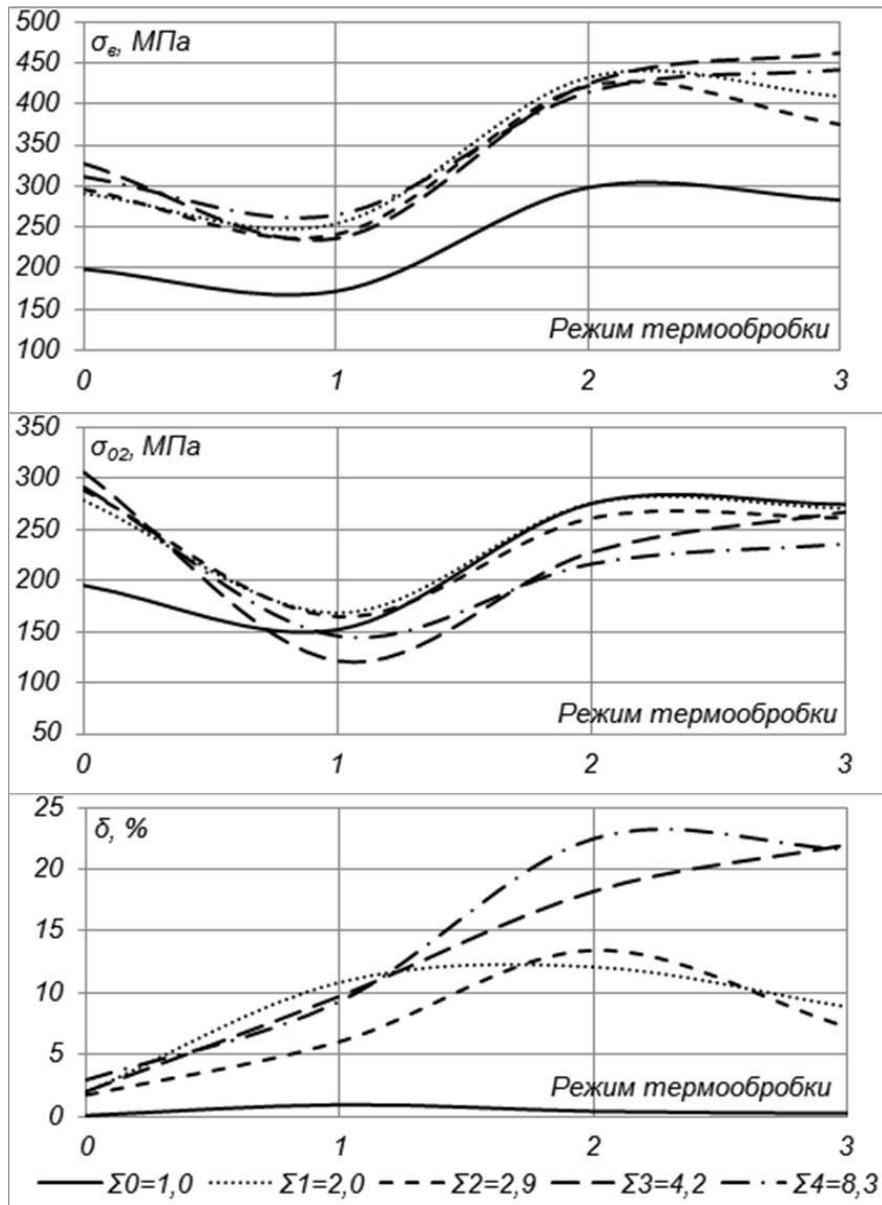


Рис. 1 – Вплив режимів термічної обробки на механічні властивості стрічки зі сплаву Д16 при різних ступенях обтиснення  $\Sigma$ . Режимы термічної обробки: 0 – після гарячої прокатки; 1 – відпал; 2 – гартування з природним старінням; 3 – гартування зі штучним старінням.