**Звіт про науково-дослідну роботу: „Вплив розмірів структурних елементів та міцності на зсув між ними на опір руйнуванню сплавів титану та заліза з шаруватою та волокнистою структурами”**

**Мета роботи** - розробити наукові засади технології обробки тиском для отримання шаруватих та однокомпонентних волокнистих конструкційних матеріалів, отримати базові співвідношення взаємозв’язку між структурними і механічними характеристиками цих матеріалів.

Терміни виконання наукової роботи: початок І кв. 2016 р.

 закінчення IV кв. 2018 р.

**Керівник роботи**: Луговський Юрій Федорович, д.т.н., ( Email: )

**Скорочений зміст висновків рецензентів**.

Автори продовжили попередні дослідження впливу температури і ступеню деформації прокаткою на структуру і властивості як окремих стрічок з технічно чистого заліза, нержавіючої сталі , порошку титану, так і шаруватих матеріалів на їх основі. В роботі отримано ряд нових наукових результатів, зокрема, наявність мікрошаруватої структури в окремих шарах, кореляції між характеристиками опору втоми та границею пропорційності та рівномірним подовженням при розтягненні. Представлена нова технологія спікання шаруватих матеріалів у псевдо вакуумі захищена патентом. Для шаруватого технічно чистого заліза досягнуто міцність 1400 МПа при відносному подовженні 3% та границею витривалості 500 МПа – на рівні спеціальних сталей з рівновісними елементами структури. Це практично доводить переваги, які набуває матеріал отриманий на основі запропонованої теоретичного підходу по регулюванню міцності та опору руйнуванню між високоміцними подовженими елементами структури.

Моделювання руйнування матеріалів з односпрямованих волокон показало, що збільшення когезійної міцності границь між волокнами призводить до зниження коефіцієнтів інтенсивності напружень для тріщини в волокні і відповідного збільшення навантаження, необхідного для зростання тріщини. Важливо те, що залежність енергії, яка поглинається на межі волокна при його руйнуванні від когезійної міцності має максимум. Ці та інші результати мають фундаментальний характер для розробки матеріалів з великою міцністю та одночасно максимальною енергією руйнування.

Оскільки представлені результати вносять вагомий вклад в розвиток матеріалознавства конструкційних матеріалів, то представлений звіт заслуговує позитивної оцінки.

**Пропозиції про подальше використання результатів роботи.**

Отримані результати цього наукового напрямку дозволяють розробити нове покоління конструкційних матеріалів з високою міцністю та мінімальною схильністю до концентрації напружень і крихкістю. Це особливо актуально для матеріалів, які використовуються у транспортних засобах, зокрема, авіакосмічних.

Дані про реєстрацію роботи: № 0116 U004770

 **РЕФЕРАТ**

**Об’єкт дослідження** – закономірності формування структури, а також механічних характеристик шаруватих і волокнових матеріалів при обробці тиском.

**Мета роботи** – розробити наукові засади технології обробки тиском для отримання шаруватих та однокомпонентних волокнистих конструкційних матеріалів, отримати базові співвідношення взаємозв’язку між структурними і механічними характеристиками цих матеріалів.

**Методи дослідження** – методи механічних та втомних досліджень, комп’ютерне моделювання та обчислювальний експеримент, оптична та електронно-мікроскопічна металографія.

Розроблені теоретичні моделі формування структури матеріалів з в’язаних волокон на їх форму і властивості, що створило умови для цілеспрямованого впливу на опір руйнуванню. Отримано зразки однокомпонентного волокнового матеріалу з нержавіючої сталі, які продемонстрували підвищені властивості при циклічному навантаженні при кімнатній температурі.. Досліджено вплив напруження пресування, температури і середовища спікання на механічні властивості пучків волокон нержавіючою сталі. Досліджено вплив ступеню деформації прокаткою до 98% на опір втоми технічно чистого заліза та титанової стрічки з порошка титану. Отримано зразки шаруватого технічно чистого заліза з границею міцності 1410 МПа, пластичністю 3%, границею витривалості 500 МПа, підвищеними рівнями розсіяння енергії та коефіцієнта живучості.

**Ключові слова:** шаруваті та волокнові матеріали, міцність, опір втоми, залізо, ТИТАН.

 **Публікації**

1.Гогаев К.О. Механические и усталостные свойства деформированных порошковых титановых полос, полученных асимметричной прокаткой/ Гогаев К.О. Воропаев В.С. Подрезов Ю.М. Луговской Ю.Ф. Назаренко В.А. Коваль А.Ю. Евич Я.И.// Порошковая металлургия. -2017, N1/2,- C.69-77.

2. Луговской Ю.Ф. Свойства микрослойного прокатанного титана при циклическом нагружении/ Луговской Ю.Ф., Назаренко В.А., Нищенец, В.Н., Спиридонов С.А.//VII Международная конференция «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов». Москва. 7-10 ноября 2017 г./Сборник материалов.– М: ИМЕТ РАН, 2017, 951с. С. 346-347.

3. Луговской Ю.Ф Механические свойства и механизмы разрушения слоистого технически чистого железа, полученного совместной прокаткой лент/ Луговской Ю. Ф. Подрезов Ю. Н., Назаренко В. А. Вербило Д. Г. Коваль А. Ю.// Порошковая металлургия. -2017, N5/6,- C. 10-19.

4. Луговской Ю.Ф. Механические свойства прокатанных материалов со слоистой структурой на основе непрерывного металлического волокна при циклическом нагружении после прокатки. 1. Упругость и рассеяние энергии./ Ю.Ф. Луговской, В.А. Зорин, В.А. Назаренко, С.А. Спиридонов, А.Ю. Коваль// Порошковая металлургия. – 2018. – №9/10- С.12-21.

5.Луговской Ю.Ф. Механические свойства прокатанных материалов со слоистой структурой на основе непрерывного металлического волокна при циклическом нагружении после прокатки. 2. Сопротивление усталости/ Ю.Ф. Луговской, В.А. Зорин, В.А. Назаренко, С.А. Спиридонов, А.Ю. Коваль//Порошковая металлургия. – 2018. – №11/12. - С. 2-12.

6. Боровик В.Г. Моделирование конструкционного материала нового поколения механически подобного биологическим конструкционным материалам/ В.Г. Боровик //Математические модели и вычислительный эксперимент в материаловедении. – К.: Ин-т пробл. Материаловедения НАН Украины. – 2016. – Вып. 18.– С. 93 – 102.

7. Боровик В.Г. Влияние канальных трещин на разрушение волокон в однокомпонентном материале с однонаправленной волокнистой структурой / В.Г. Боровик // Электронная микроскопия и прочность материалов. – К.: Ин-т пробл. Материаловедения НАН Украины. – 2016. – Вып. 22.– С.10 –19.

8. Боровик В.Г. Моделирование конструкционного материала с максимальным сопротивлением разрушению / В.Г. Боровик // Сб. Современные технологии композиционных материалов. Россия, 18-21 октября 2016 г., Уфа, С. 211-213.

9. Borovik V.G. Effect of channel cracks on fiber fracture in one-component material with unidirectional fibrous structure/ V.G. Borovik// International Journal of Fracture, 2017, V.205, N.1, P.119 – 126.

10. Боровик В.Г. Преодоление хрупкости искусственных конструкционных материалов копированием механических особенностей биологических конструкционных материалов / В.Г. Боровик// VII Международная конференция «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов». Москва. 7-10 ноября 2017 г./ Сборник материалов.– М: ИМЕТ РАН, 2017, 951с. С.589-591.

11. Боровик В.Г. О преодолении хрупкости материалов на основе тугоплавких соединений / В.Г. Боровик // Тез. Докл. 6-й Международной самсоновской конференции “Материаловедение тугоплавких соединений”. 22 – 24 мая, Украина, Киев, 2018 г. С.46.

12. Боровик В.Г. Сравнение эффективности моделей упаковки фрагментов волокон в однонаправленном конструкционном материале/ В.Г. Боровик// Математические модели и вычислительный эксперимент в материаловедении. – К.: Ин-т пробл. материаловедения НАН Украины. – 2018. – С. 39-46.