

Машинно-технологичен факултет

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ПОВЪРХНОСТНАТА ПЛАСТИЧНА ДЕФОРМАЦИЯ ВЪРХУ МЕХАНИЧНИТЕ СВОЙСТВА И УМОРНАТА ДЪЛГОТРАЙНОСТ НА АЛУМИНИЕВИ СПЛАВИ

Ръководител на проекта: доц. д-р инж. Даниела Спасова, кат. МТМ

Участници: проф. д-р инж. Стоян Славов, кат. ТМММ; доц. д-р инж. Диян Димитров, кат. ММЕ; доц. д-р инж. Николай Атанасов, кат. МТМ; доц. д-р инж. Пламен Петров, кат. МТМ; доц. д-р инж. Георги Антонов, кат. МТМ; доц. д-р инж. Александрина Банкова, кат. ММЕ; гл. ас. д-р инж. Десислава Минчева, кат. МТМ; ас. инж. Пламен Стоянов, кат. МТМ; гл. ас. д-р инж. Радостина Янкова, ИМСТЦХА- БАН; инж. Людмил Чолаков- докторант, кат. МТМ; инж. Олександр Марков — докторант, кат. ТМММ; Мирослав Маринов — студент, спец. МТТ; Атанас Йорданов - студент, спец. МТТ; Димо Купенов - студент, спец. МТТ; Феридин Реджебов - студент, спец. МТТ, МТФ

Въведение

Алуминиевите сплави се използват все по-широко като инженерни материали в корабостроенето, авиацията и океанологията. Сплавите серия 5xxx (Al- Mg) и серия 3xxx (Al-Mn) са високо корозионноустойчиви, широко използвани в морски съоръжения. Тези сплави не се обработват термично, поради което може да се уякчат само механично. Процесът Diamand Burnishing (DB) е един от методите за уякчаване чрез повърхностна пластична деформация (ППД). Основната цел на проекта е създаване на технологичен процес за повишаване на механичните и експлоатационни характеристики на термично неужакчаеми алуминиеви сплави, посредством ППД и по- конкретно DB процес, с използване на специализиран инструмент за ППД на функционални повърхности с полусферичен поликристален диамантен връх (фиг. 1). Проведените експериментални изследвания са с термично неужакчаеми сплави от серия 5xxx - AlMg6, AlMg4 (5083) и от серия 3xxx - AlMn1 (3003). Изследвано е влиянието на различните режими на ППД върху, уморната дълготрайност, твърдостта, якостта на опън и повърхностната грапавост на гореспоменатите сплави.

Параметри на диамантено заглаждане

№	F, N	f (mm/re v)	v_b (m/min)	n
1	10	0,001	15	3
4	10	0,005	15	3
3	20	0,001	30	3
4	20	0,005	30	3

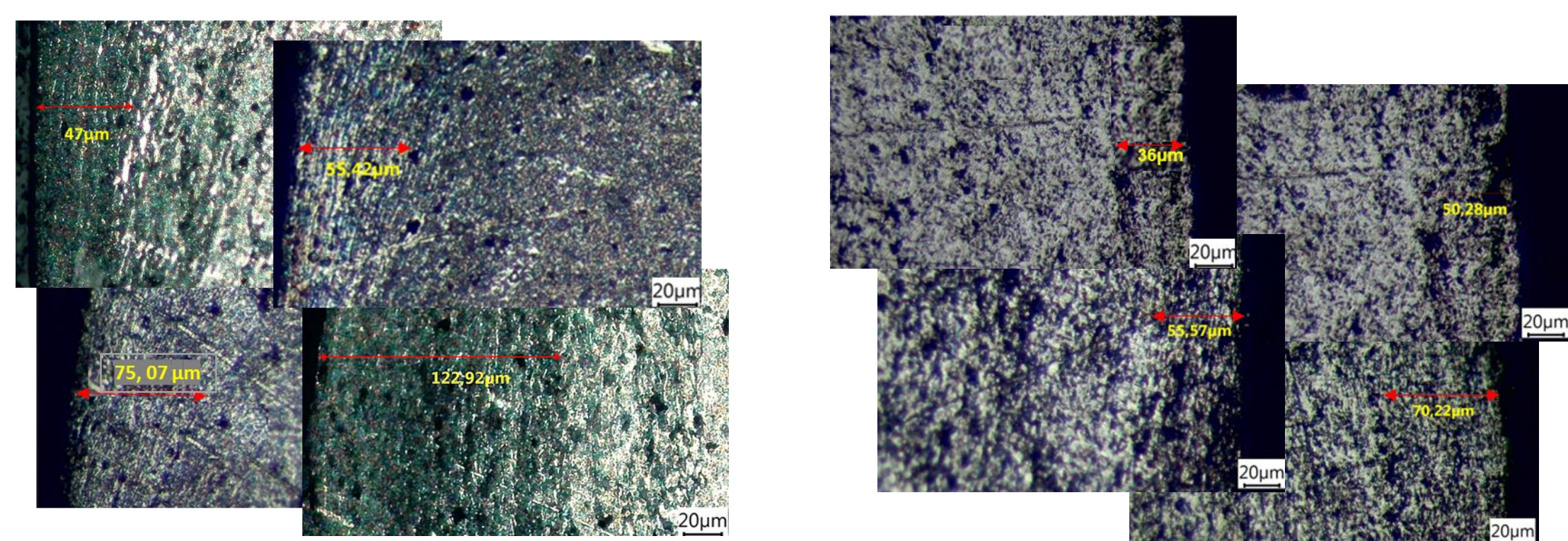
Фиг. 1

Фиг. 1

Резултати

За всички изследвани сплави, са проведени изпитване на опън, измерване на твърдост в дълбочина на слоя и определяне на уморната дълготрайност при всеки един от режимите на ППД. 1. От получените резултати след изпитване на опън, на повърхностно уякчените образци от изследвани сплави, се наблюдава слабо завишаване на стойностите за якостта на опън (Rm). В по- голяма степен това завишение е изразено при образците с ППД режим 4 (с около 30 единици).

2. От измерената твърдост (HV) в дълбочина на уякчения слой, също се констатира, че при режим 4, за всички сплави, се наблюдават по-високи стойности на твърдостта и в по- голяма дълбочина, в сравнение с другите режими на ППД.



Фиг. 3. Микроструктури на уякчения слой x200: а- алуминиева сплав AlMg6; б- сплав AlMn1

Изпитването за уморна дълготрайност е проведено с ултразвуков стэнд работещ в резонансен режим при честота 20kHz, натоварване- опън-натиск по симетричен цикъл R=-1. Базово ниво 107 броя цикли.

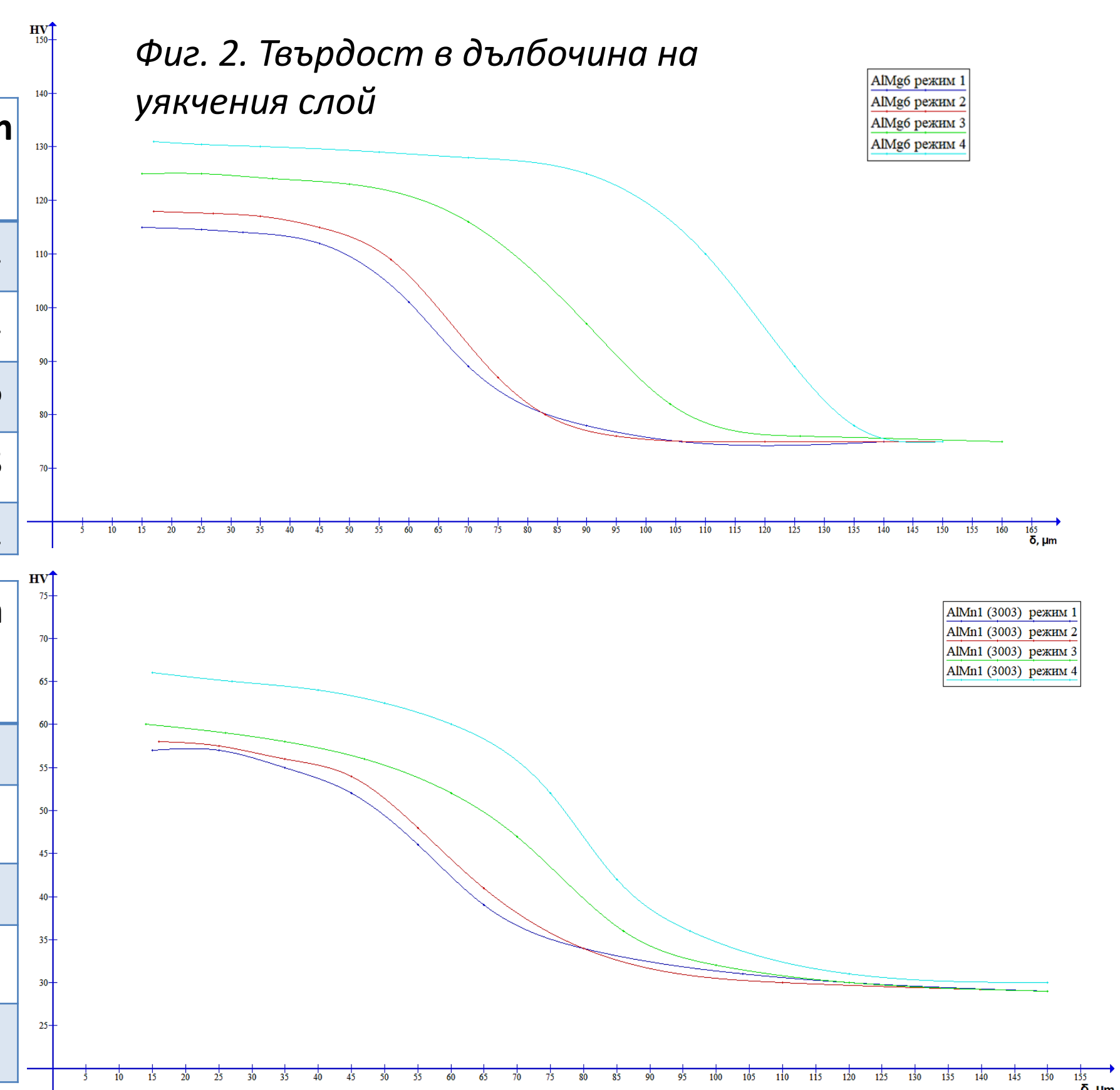
Заклучение

На база получените резултати от проведените експерименти може да се заключи, че подбраните режими за ППД с диамантено заглаждане, водят до повишаване на якостните механични характеристики и уморната дълготрайност на термично неужакчаеми алуминиеви сплави от сериите 3xxx и 6xxx, както и до понижаване на грапавостта им. Установено е, че до най- добри резултати води режим 4 на ППД.

Резултати от изпитване на опън и измерената грапавост на AlMg6 и AlMn1

образец	A ср. %	Rm ср. МПа	Ra, μm	Rz, μm
Еталон	24,89	352	2,024	7,892
режим 1	20,45	369	0,651	3,692
режим 2	18,78	373	1,313	6,826
режим 3	17,01	377	1,071	6,108
режим 4	16,21	382	1,282	6,912

образец	A ср. %	Rm ср. МПа	Ra, μm	Rz, μm
Еталон	30,02	135	2,519	8,389
режим 1	28,47	139	0,981	4,843
режим 2	25,56	145	2,004	6,991
режим 3	23,21	156	1,856	6,108
режим 4	20,37	162	2,135	6,912



3. Установено е, че базовите образци не издържат зададения брой цикли, а след ППД уморната дълготрайност на уякчените образци се завишава, т.е. увеличават се броя цикли преди разрушаване. Причината не е свързано с нарастването на твърдостта и дълбочината на уякчения слой, дори напротив, образците обработени с по-ниска сила на притискане издържат по- голям брой цикли, което се обяснява с по- ниската грапавост получена след ППД. По- високата сила на притискане, води до получаване на микровдълбнатини, които впоследствие са предпоставка за зараждане на уморна пукнатина.

Публикации по проекта

1. D. SPASOVA, P. STOYANOV, P. PETROV, N. ATANASOV Radostina YANKOVA, Effect of Deep Cryogenic Treatment on the Mechanical Properties of AlSi7Mg Casting Alloy, IMANEE Conference, 2024 23 – 25 October
2. Z. TSONEVA, D. SPASOVA, Methodology for Identifying the Intersection of Mutually Intersecting Surfaces to Optimize Sheet Material Cutting for the Fabrication of Parts and Structures, IMANEE Conference, 2024 23 – 25 October
3. P. STOYANOV, 2024, Investigation of AlMg6 Aluminum Alloy Welded Joint Properties After Deep Cryogenic Treatment, International Journal “NDT Days”, Volume VII / Issue 2, p. 75-82