



МЕСЕЦ НА НАУКАТА 2026

МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕН ФАКУЛТЕТ

ИЗСЛЕДВАНЕ СТРУКТУРАТА И СВОЙСТВАТА НА ЗАЛЯТИ ЦИЛИНДРИЧНИ ОБРАЗЦИ ОТ КОНСТРУКЦИОННА СТОМАНА С АЛУМИНИЕВ БРОНЗ И ПОСЛЕДВАЩА ТЕРМИЧНА ОБРАБОТКА

Ръководител на проекта: доц. д-р инж.Татяна Мечкарова
доц. д-р инж. Ярослав Аргиров – кат. МТМ, МТФ
доц. д-р инж. Пламен Петров - кат. МТМ, МТФ
инж. Николай Вълчев - докторант 2г, кат. МТМ, МТФ

Въведение

Получаването на цилиндрично пробно тяло от основа, подобряем клас стомана (стомана 45) залята с разтопена сплав от алуминиев бронз е сравнително сложен металургиче процес. Полученият биметал с основа, стомана с подобрени механични характеристики якост, жилавост и високо уморно съпротивление и повърхностен слой от алуминиев бронз, който е корозионно устойчив с много добри трибологични характеристики при гранично триене. По отношение на основата на биметала (стомана 45), са правени много изследвания и има много натрупан опит за свойствата на материала, както в доставно състояние под формата на прокат, така и след промеждутъчни фазови трансформации при термична обработка.

Излетият бронз върху цилиндричната повърхност е с евтектичен състав (12% Al). Този тип алуминий подлежи на термична обработка. Алуминиевите бронзове на основата на мед с 9.4-15.6% Al, пресичащи евтектоидната линия при 567°C, подлежат на фазова трансформация при термична обработка (скоростно охлаждане-бездифузионно), β - фаза(Cu₃Al)→ β' + β . При бавно- дифузионно охлаждане β -фаза(Cu₃Al)→ α + γ 2(Cu₉Al₄) Често тази сплав съдържа Fe, Mn и Ni. Тяхната микроструктура е сложна и може да включва освен α -фаза, β -фаза γ 2, но и различни интерметални съединения (т.нар. капа-фази). Режимите на термична обработка на тази сплав са изучени в предишни задачи, но само като монолитна сплав.

От разработената методика за получаване на биметали чрез заливане на стомана 45 с алуминиев бронз, са получени проби на които са проведени структурни изследвания и определяне на механичните характеристики.

Заключение

Разработената методика позволява получаването на биметални структури, които съчетават високата якост и изнosoустойчивост на стомана 45 с добрата корозионна устойчивост и антифрикционни свойства на алуминиевия бронз. Тези материали са идеални за детайли, работещи в условия на триене и износване (напр. втулки, лагери, зъбни колела), където е необходима жилава стоманена основа и бронзова незадираща работна повърхност.

Резултати

От разработената методика за получаване на биметали чрез заливане на стомана 45 с алуминиев бронз, са получени проби на които са проведени структурни изследвания и определяне на механичните характеристики. От проведените микроструктурни изследвания Изследването на термична обработка на алуминиев бронз като съставна част от биметал е новост. При нагряване двата метала навлизат в различни термични режими. Интерес представляват структурните изменения в режима на заливане с бронзовия метал. Основен момент при фазови трансформации в отделни зони на получения биметал е време температурния цикъл от заливането до охлаждането. Получената циклограма в зоната на контакта се определя от температурата на заливане и от геометрията на двата метала (диаметър на основния метал и дебелината на стената на заливания). При охлаждане на заливания метал и неговата трансформация от течно в твърдо състояние, метала се свива и се получава твърд контакт между двата метала. В зависимост от температурния цикъл в зоната на контакта, са възможни дифузионни процеси и в двете направления на към бронза и към стоманата. Възможно е получаване на химическо съединение между двата метала породено от високата пластичност на бронзовата сплав и високото налягане от свиване на течния метал, като и последствено подгряване на стоманата (тип ковшко заваряване). От протекли дифузионни процеси между двата метала е възможно в стоманата на границата на контакта изграждане на химично съединение от типа Cu₃Al и Cu₉Al₄. Още по вероятно е проявяването на тези съединения в зоната на бронза. Много важно за получаване качествено заваряване между двата метала е механично премахване на окисите от металната повърхност. За избягване на окислителен процес по време на заливане (поради високата температура), стоманата може да се покрие със обмазка от флюс.

При фазовата трансформация от течно в твърдо състояние, свиването на метала създава натискови напрежения, които са благоприятни при циклично натоварване. Дебелината на покритието също е определящо при получаване на евентуални пукнатини които се дължат на разширяването на стоманата, когато бронза е кристализирал, изградените на повърхността фази от химични съединения (Cu₃Al и Cu₉Al₄-крехки и твърди фази), са подложени на локални опъновни напрежения и се формират студени пукнатини. Възможно е получаването на горещи пукнатини в зони с дефицит на метал в процес на завършена кристализация и локални течни зони. Отстраняването на първия дефект, изследва време температурния режим в зоната на контакта, основно на стоманата и изменение на геометрията и дебелината на слоя, за повишаване на неговата якост.

Публикации по проекта

1. Valchev, N., Mechkarova, T., Ucherdzhev, A., Argirov, Y., Investigation of the tribological characteristics of surface-welded aluminium-bronze layers after dry, semi-dry and liquid friction, Journal of the Balkan Tribological Association, 31(1), pp. 42–47
2. Nikolay VALCHEV, Yaroslav ARGIROV, Methodological Specifics in the Casting Process of Cylindrical Specimens from Aluminium-Lead Bronze Alloys, 208, NDT DAYS, Volume VIII / Issue 4, Year 2025, ISSN: 2603-4018, eISSN: 2603-4646
3. Nikolay Valchev, Tatyana Mechkarova, Structural features of steel-bronze bimetal obtained by casting or surface lawing, СЕРИЯ "ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ", ISSN 1310-5833.c

Благодарности

Изследването е осъществено в рамките на научен проект НП9/2025, финансиран от държавния бюджет 2025.