

УДК 669.295:669.187.56

Білоник Д.І.¹, Попов С.М.², Білоник І.М.³, Кирилаха С.В.⁴

^{1,4} асп. НУ «Запорізька політехніка»

² д-р філософ. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

³ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

СТРУКТУРА І ВЛАСТИВОСТІ ЗЛИВКІВ ТИТАНУ ОТРИМАНИХ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ ЕШП

На отриманих електрошлакових титанових зливках було проведено дослідження структури та властивостей. Дослідження макроструктури злитків показало, що для виливків всіх типорозмірів характерно формування щільної та однорідної структури, відсутність дефектів ліквіаційного та усадкового характеру. Стовпчасті кристали мали радіально-осьову спрямованість, що характерно для електрошлакових виливків. Поперечний розмір стовпчастих кристалів змінювався від 1,25 мм до 3,50 мм відповідно на краю та в центрі виливки. По висоті злитків різниця в макробудуванні не виявлено. Ультразвуковий контроль показав відсутність у зливках внутрішніх дефектів та крупних неметалевих включень. Зафіксував наявність незначних за розміром усадочних раковинок на верхніх торцях зливків, що обумовлено тим, що по закінченню плавок операцію усадки не виконували. Мікроструктура виливків представляє α -розчин.

При дослідженні механічних властивостей електрошлакового титану встановлено, що характеристики міцності σ_b та $\sigma_{0,2}$ вище в 1,7 та 1,8 раз, відповідно, ніж у технічного титану ВТ1Л (таблиця 1). Але пластичністю електрошлаковий титан поступається. В α -сплаві ТЛ-3 для підвищення міцності (σ_b та $\sigma_{0,2}$ застосовують легування алюмінієм (4,1-6,2%), але при цьому одночасно знижується їх пластичність (δ та ψ). Порівнюючи механічні властивості дослідного титану з механічними властивостями сплавів ТЛ-3 та можна зробити висновок, що їх різниця незначна.

Таблиця 1 – Механічні властивості та кількість домішок литого електрошлакового титану, технічного титану ВТ1Л та ТЛ-3

Марка сплаву	Механічні властивості				Кількість домішок, %					
	σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	ψ , %	O ₂	N ₂	H ₂	C	Fe	Si
Дослідний титан після відпалу	590	560	7,5	13,5	0,25	0,058	0,0016	0,12	0,28	0,10
ВТ1Л* технічний титан	<343	<297	<10,0	<20,0	<0,20	<0,05	<0,015	<0,15	<0,30	<0,15
ТЛ-3* (Ti + 4,5 % Al)	<588	<539	<8	<16	<0,15	<0,05	<0,015	<0,15	<0,30	<0,15

Більш низькі характеристики пластичності дослідних зливоків визначаються не тільки підвищеним вмістом кисню та азоту, а й крупнокристалічною будовою литого титану. Зменшити розмір литого зерна в зливках для наших умов можливо, наприклад, такими способами:

1) скорегувати режим плавки (струм, напруга, швидкість наплавлення, кількість флюсу) для зменшення глибини металевої ванни та збільшення швидкості кристалізації;

2) модифікувати злилок бором, лантаном або ітрієм.

Також доцільно забезпечити більш ефективний захист від кисню та азоту повітря розігрітої частини витратного електроду та поверхні шлакової ванни. Застосування даних заходів поодиночі чи в комплексі повинно значно підвищити показники пластичності литого електрошлакового титану.

При дослідженні технологічних властивостей було встановлено, що електрошлаковий титан добре піддається механічній обробці різанням. Суттєвої різниці в оброблюваності різанням в порівнянні з титаном ВТ1Л не виявлено. Про це свідчили як сам характер різання (дрібна кручена стружка), так і отримання необхідного класу шорсткості поверхні і конфігурації технологічних проб.

Встановлено, що формування зварних швів та самого з'єднання відбувається нормально. в зоні сплавлення пор не виявлено, не зважаючи на декілька підвищений вміст кисню і азоту в зразках. При дослідженні макроструктури зварного з'єднання слід зазначити його структурну однорідність. Тобто, всьому з'єднанню притаманна структура литого титану. Міцнісні характеристики зварного шва декілька нижче ніж основного металу (електрошлакового литого титану), а пластичність вище (табл. 2). Руйнування зварного з'єднання при дослідженні на статичне розтягнення відбувається по зварному шву, що обумовлено більш високою чистотою присадного дроту у порівнянні з основним металом. Отже, при зварюванні литого технічного електрошлакового титану може бути отримано однорідне і рівномірне з'єднання якщо застосовувати леговані присадні дроти, наприклад ОТ4св або ОТ4-1св.

Таблиця 2 – Механічні властивості зварного з'єднання литого електрошлакового титану

Тип зразка	Механічні властивості				
	σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	ψ , %	НВ
Основний метал	590	560	7,5	13,5	224
Метал зварного шва	556	530	8,9	15,8	218