Для експериментальної перевірки розробленої технології була проведена дослідна плавка сплаву АК6 в плавильної електропечі опору типу САТ-0,25Б. В якості шихти використовувалися: алюмінієвий брухт марки А99, силумін марки АК12, подвійні лігатури алюміній-мідь і алюміній-марганець, а також чушковий магній. Після отримання необхідного складу рідкого металу його розливали в 2 тигля роздавальних печей типу САТ-0,1 і проводили вакуумування.

В результаті проведення дослідної плавки сплаву АК6 було отримано два злитки. Один з яких був порізаний по різним горизонтам на 13 частин і вивчений на кількість і розташування газової пористості. Було встановлено, що у всьому злитку отримана закрита газова пористість 1 балу за ГОСТ 1583-93 з наявністю досить товстою беспузирістой кірки, була відсутня осьова рихлота і інші дефекти. А другий злиток після проведення допоміжних технологічних операцій було проковано. Порізка отриманих поковок по всій їх довжині показала, що всі газові бульбашки заварилися.

Таким чином, застосування в умовах ливарного виробництва розробленої технології дозволило отримати якісні злитки з вторинних алюмінієвих сплавів АК6 і АК8, в т.ч. із низькою газонасиченітю.

Трегубенко Г.М., Поляков Г.А., Підгорний С.М.

(НМетАУ, м. Дніпро)

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ КАРБОНІТРИДНОГО ЗМІЦНЕННЯ ВІДЦЕНТРОВНОЛИТОЇ НИЗЬКОЛЕГОВАНОЇ ЕЛЕКТРОСТАЛІ

E-mail: zxr5zxr55@gmail.com

Роботи, проведені у ВНДТІ і ЦНДІТмаш по дослідженню структури і властивостей відцентровнолитих труб з вуглецевих сталей, показали, що метал після термічної обробки відповідає вимогам стандартів на катані труби по механічним властивостям, а по однорідності цих властивостей в подовжньому і тангенціальному напрямах перевершує виготовлений гарячою прокаткою або отриманий стаціонарним литтям.

У роботі показано, що традиційна технологія відцентрового лиття з подальшою нормалізацією не забезпечує в товстостінних трубах з низьколегованої електросталі 10ХСНД необхідний рівень властивостей, що отримується після гарячої прокатки ($\sigma_в \geq 510$ МПа; $\sigma_т \geq 390$ МПа; $\delta \geq 19\%$; KCU ≥ 29 Дж/см^2 при -40 ^oC і після механічного старіння при +20 ^oC). Використання мікролегування церієм, ванадієм, металевим кальцієм, а так само застосування термоциклування не дозволило добитися бажаного рівня ме-

ханічних властивостей у відцентровому литті.

Досліджена можливість карбонітридного зміцнення (КНЗ) відцентрового лиття з електросталі 10ХСНД комплексним введенням мікродобавок титану, алюмінію і азоту. Перший з них визначає рівень розчинності азоту в рідкому металі і формування карбонітридних включень в розплаві, а також, виконуючи функцію інокулятора, виступає як регулятор величини первинного литого зерна. Нітрид алюмінію, який формується в твердому металі, забезпечує подрібнення зерна при нагріві під термічну обробку.

У дослідженнях велика увага була приділена поведінці азоту при відцентровому розливанні, як елементу, найбільш відповідальному за ефективність карбонітридного зміцнення. Аналіз вмісту азоту в металі проводили в зразках, відібраних з печі до і після введення його у ванну, в ковшовій пробі і в темплетах від труб по перетину стінки на зовнішній і внутрішній поверхнях і в її центрі. Всього було проаналізовано 25 плавок сталі 10ХСНД з КНЗ і три труби без КНЗ – дві труби із сталі St52 і одна із сталі 10ХСНД.

Вперше виявлений ефект додаткового насичення металу азотом в процесі заливки металу в кокіль відцентрової машини. Можна стверджувати, що це пов'язано з взаємодією повітря з тонкою плівкою рідкої сталі в заливальній горловині і далі по всій довжині кокілю. При цьому, із-за постійно поновлюваної поверхні контакту повітря з відносно невеликими порціями розплаву, що поступають в машину, швидкість поглинання металом азоту достатньо велика.

При подальшій кристалізації із-за різкого зменшення розчинності азоту з ~ 0,050 до ~ 0,012% мас. не зв'язаний в карбонітриди титана надлишковий азот повинен переходити в газову фазу. Проте в умовах відцентрового розливання забезпечується можливість фіксації в твердому розчині при кристалізації сталі надлишкових концентрацій азоту в порівнянні із статичним розливанням (зливки, безперервна заготівка, звичайне литво), завдяки додатковому динамічному тиску відцентрових сил на метал. При цьому показано, що для гарантованого отримання беспористої структури металу вміст титану має бути не менше 0,033% мас.

На підставі проведених досліджень встановлено, що оптимальне мікролегування титаном, алюмінієм і азотом забезпечує поліпшення мікроструктури і підвищує механічні властивості відцентровнолитих труб з електросталі 10ХСНД до рівня вимог деформованого металу.

За результатами дослідно-промислових плавок розроблена нормативна документація на виплавку і відливання електросталі 10ХСНД з карбонітрідним зміцненням. Проведена і прийнята замовником промислова партія відцентровнолитих труб різних розмірів з цієї сталі.