

SCIENCE AND
EDUCATION
A NEW
DIMENSION
NATURAL
AND
TECHNICAL SCIENCE



p-ISSN 2308-5258

e-ISSN 2308-1996

Vol. 8. 2013

SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION

Natural and Technical Science

www.seanewdim.com

CONTENT

MEDICINE.....	8
<i>Фурман О.В.</i> Цервикальная слизь как биомаркер фертильности	8
<i>Яцків О.М., Тарновська А.В.</i> Запліднююча здатність сперматозоїда з аномальною морфологією.....	13
BIOLOGY	18
<i>Pokhylenko A.P., Korolev A.V.</i> Importance of Julida (Diplopoda) trophical and biotopical characteristics for anthropogenic impact estimation of millipede habitat in forest ecosystems of Samarskyi Forest ..	18
<i>Корж А.П., Фролов Д.А.</i> Проблемы управления метапопуляцией охотничьего фазана ex-situ.....	21
ECOLOGY, ENVIRONMENT AND SOCIETY SAFETY	26
<i>Бигалиев А.Б., Жанбуришин Е.Т., Бигалиева Р., Рыскулова А.Р., Бильдеббаева Р.М., Рахманова Ж., Кожсахметова А.</i> Современное состояние социально-экономического развития Казахстана и научные основы экологической безопасности.....	26
<i>Кірієнко С.М.</i> Середовищетвірна діяльність ссавців як фактор впливу на виділення ґрунтом CO ₂	32
<i>Кур'янова С.О., Юрасов С.М.</i> Недоліки вітчизняних класифікацій якості водних об'єктів централізованого водопостачання	36
<i>Bernát N.</i> Szernye szennyező forrásainak felkutatása és bemutatása	41
<i>Казімір І.І., Солодкий В.Д., Беспалько Р.І.</i> Імплементация принципів сталого розвитку в умовах гірських екосистем Українських Карпат.....	44
CHEMISTRY	49
<i>Брем В.В.</i> насыщение расплавленных флюсов парами воды и водородом.....	49
<i>Дмитренко И.В.</i> Проницаемость водорода во фторидно-оксидных расплавах	55
PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCE	61
<i>Mitsa V., Borkach E, Lovas G., Holomb R., Rosola I., Rudyko G., Gule E., Fekeshgazi I.</i> The visible photoluminescence from aged and freshly fractured surfacees of chalcogenide glasses ...	61
<i>Демеш Ш.Ш., Боркач Е.І., Ковтуненко В.С.</i> Визначення параметрів аналітичних виразів потенціалів міжатомної взаємодії кристалів As _n S _m методом функціонала густини.....	65
<i>Сорокина М.М.</i> Критические τ -замкнутые n -кратно ω -специальные формации конечных групп	71
<i>Shvachych G.G., Konovalenkov V.S., Tkach M.A.</i> Model-based parallel construction of a numerical-analytical scheme	76
TECHNICAL SCIENCE.....	79
<i>Чейлях А.П., Куцомеля Ю.Ю., Федун В.И., Рябикина М.А.</i> Структура и свойства стали 40Х после импульсно-плазменной обработки с использованием титанового электрода	79
<i>Ткаченко Ф.К., Рябикина М.А., Ткаченко Н.В.</i> Влияние параметров изотермической обработки на структурообразование и свойства стали Х70	85
<i>Чейлях А.П., Караваева Н.Е.</i> Влияние термообработки на структуру, метастабильность аустенита и износостойкость цементованных сталей 12Х2Н4МА и 18Х2Н4МА.....	89

<i>Говорун А.Г., Сельский М.П., Куцкий П.В.</i> Определение потерь энергии КТС в условиях неустановившихся режимов движения	92
<i>Волков В.П., Комов П.Б., Комов А.Б., Комов Е.А., Комов А.П.</i> Анализ влияния факторов, обеспечивающих техническую исправность транспортных средств на безопасность автомобильного транспорта	98
<i>Виноградов С.А., Консуров Н.О., Грицына И.Н.</i> Высокоскоростные струи жидкости как механизм разрушения элементов строительных конструкций при проведении аварийно-спасательных работ	103
<i>Липовой В.А.</i> Решение задачи теплообмена при струйной очистке резервуаров от остатков нефтепродуктов	107
<i>Лагутин В.Л.</i> Некоторые особенности работы второй ступени рессорного подвешивания несамоходной тележки для транспортировки опасных грузов.....	109
<i>Ларін О.М.¹, Чигрин В.В.¹, Ларін О.О.²</i> Діагностика технічного стану кріплень пожежного насосу по спектрам його вібрацій	112
<i>Savvitskyi A.</i> Determination of reinforced concrete bending structures strength by test load	117
<i>Гутаревич Ю.Ф., Грищук І.В., Добровольський О.С., Адров Д.С., Вербовський В.С., Краснокутська З.І.¹</i> Аналіз результатів дослідження паливної економічності і екологічних показників газового двигуна внутрішнього згорання, оснащеного системою передпускового прогріву, в процесі здійснення пуску і прогріву	121
MODERN IT	128
<i>Ненов А.Л.</i> Подходы к идентификации и классификации факторов, оказывающих влияние на надежность телекоммуникационной сети.....	128
<i>Польщиков К.А.</i> Обобщенные модели нейро-нечетких систем управления интенсивностью потоков данных в мобильной радиосети	133
<i>Маноха Л.Ю., Лиманская Н.В.</i> Управление работой оборудования хлебопекарного производства путем построения оптимального графика планово-профилактических ремонтов	137
<i>Грищенко И.В.</i> Повышение живучести инфокоммуникационных сетей путем использования интеллектуальных систем	140
<i>Швачич Г.Г., Холод Е.Г.</i> Объектно-ориентированная модель конструирования распределенных баз данных в условиях нечетких множеств	143
<i>Cherednichenko O., Yanholenko O.</i> Towards Web-Based Monitoring Framework for Performance Measurement in Higher Education.....	151
<i>Князева Н.А., Кальченко А.С.</i> Оценка качества услуг связи с позиций удовлетворенности потребителей.....	156

during their saturation with gases at temperatures up to 1700°C on the developed pilot plants. The latter fact may be due either to the presence of delamination in such oxide-fluoride liquid systems, or with some kind of phase transformations during their cooling doing solidified flux, even in the conditions of its instant glass is extremely heterogeneous. A series of experiments were made to saturate a number of melted flux with water vapor in the condition of contact with the equilibrium gas phase (H₂O+HF). The hydrogen content in the samples of fluxes ANF-1, ANF-6, ANF-29, ANF-291 and "Bisra" was found to be several tens cm³/100g of flux. With greater or lesser clarity the solubility of hydrogen tends to decrease with the increasing of the temperature for the first 50...100°C from the minimum possible for the liquid state. The theoretical estimate of the temperature dependence of the solubility of hydrogen in the molten flux, that are in contact with the equilibrium gas phase (H₂O+HF), was implemented. The estimated equation for the proportion of H⁺ ion (x₁) obtained earlier for the fluoride-oxide systems only in a general way was used, basing on the ionic theory of solutions with an arbitrary number of cations and anions. After substituting of the obtained values of the x₁ and finding the constants of the equation has been found with the temperature increasing on 100°C maximum decrease of values of C_H should occur for flux ANF-6, where it reaches 20%, the least changes C_H (5÷7%) should occur for the flux "Bisra" and are assumed such for the flux AN-291 and ANF-29. A series of experiments on the saturation of the number of melted flux in a reducing atmosphere of pure hydrogen were made. It is established that values of C_H have also the order of several tens of flux cm³/100 g of flux and in a known degree correlates with the points, obtained in the process of saturation of the same melt with water vapor.

Keywords: saturation, water, hydrogen, flux, melt, gas phase.

*Дмитренко И.В.*¹

Проницаемость водорода во фторидно-оксидных расплавах

¹ *Дмитренко Инна Викторовна, ассистент, Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса, Украина*

Аннотация: Анализ всей совокупности имеющихся в рассмотренной области сведений позволяет сделать вывод, что проницаемость водорода в флюсовых расплавах, которые используются для переплава, оказывается сравнительно высокой. Вследствие чего открытый процесс переплава не обеспечивает необходимой защиты переплавляемого металла от водорода. Нами проведено сначала систематическое исследование проницаемости водорода ряда более всего широко применяемых в промышленности стандартных флюсов ЭШП, а затем с учетом полученных результатов начата попытка поиска новых флюсовых композиций, которые обеспечивают эффективную защиту от водорода переплавляемых сталей. Разработка новых составов флюсов проводилась на основе широко применяемых в металлургии компонентов: CaF₂, CaO, MgO, Al₂O₃ и SiO₂. Для снижения же их проницаемости водородом и уменьшение флокеночувствительности переплавляемых конструкционных сталей исследовалась эффективность введения в них оптимальных добавок фторидов, хлоридов и оксидов некоторых гидридообразующих элементов (Ca, Li и Ce). Методика проведения исследовательских плавок оставалась стандартной. При переплаве стали марки 08X18H10T найдено, что для данной марки стали величина Q_H в зависимости от основности флюсов меняется по экстремальному закону с максимумом Q_H при основности в пределах 1,5...1,7. Относительно ЭШП стали 08X18H10T исследованы водородозащитные свойства некоторых исследовательских флюсов, избранных главным образом на основе систем CaO – SiO₂ и CaF₂ – CaO – SiO₂. Показано, что для обеспечения удовлетворительных водородозащитных свойств фторидно-оксидных флюсов снижения в них содержимого CaF₂ ниже 25 % нецелесообразно. Найдено два оригинальных флюсовых состава, которые обеспечивают снижение значения Q_H по сравнению с лучшими стандартными флюсами. Для конструкционных сталей 40XH, 15X3HMФ определены величины Q_H в условиях переплава их с применением как стандартных, так и исследовательских флюсов, составленных на основе системы CaF₂ – CaO – Al₂O₃ – SiO₂ с добавлением к ним в разных комбинациях фторидных, хлоридных и оксидных соединений сравнительно с распространенными сильными гидридообразующими элементами (Li, Ce и Y). Установлено, что для избранных сталей водородозащитные свойства стандартных флюсов неудовлетворительные (величины Q_H находятся в пределах 1,95...3,46). Найдено, что оптимальные соединения основных компонентов флюса и добавок соединений гидридообразующих элементов, которые вводят в них, позволяют снизить величины Q_H к значениям существенным образом меньших 1,5. Из полученных материалов некоторые исследовательские составы флюсов рекомендованы для практического использования в процессах электрошлакового переплава исследованных конструкционных сталей.

Ключевые слова: водород, флюс, расплав, переплав, состав, сталь

Введение. Анализ всей совокупности имеющихся в рассмотренной области сведений позволяет сделать вывод, что проницаемость водорода в флюсовых расплавах, которые используются для

переплава, оказывается сравнительно высокой. Вследствие чего открытый процесс переплава не обеспечивает необходимой защиты переплавляемого металла от водорода. Нами проведено

сначала систематическое исследование проницаемости водорода ряда более всего широко применяемых в промышленности стандартных флюсов ЭШП [1], а затем с учетом полученных результатов начата попытка поиска новых флюсовых композиций, которые обеспечивают эффективную защиту от водорода переплавляемых сталей.

Методы оценки эксперимента. Наводороженность переплавленного металла оценивалась по результатам исследовательских плавов ЭШП несколькими количественными характеристиками. Первая с них – наводороженность переплавляемого металла $\Delta[H]$ – представляет собой разность между исходным содержанием водорода в расходуемом электроде $[H]_{исх}$ и значением концентрации его в готовом слитке $[H]_{кон}$:

$$\Delta[H] = [H]_{кон} - [H]_{исх} \quad (1)$$

С привлечением закономерностей [1], возможно показать, что величина $([H])$ при этом окажется пропорциональной водородной проницаемости шлакового расплава. Параметр $\Delta[H]$, определяемый с помощью уравнения (1) для разных флюсов позволяет при идентичных технологических параметрах плавов непосредственно судить о влиянии флюса на наводороженность переплавленного металла.

Однако, исследовательские значения $([H])$ могут иметь разные знаки, которые затрудняет их количественное сопоставление. Для получения безразмерных величин, которые характеризуют относительную наводороженность металла (при заданных условиях проведения плавов), целесообразно использовать и другое соотношение

$$Q_H = ([H]_{исх} + \Delta[H]) / [H]_{исх} \quad (2)$$

где Q_H – показатель наводороженности переплавленного металла.

Рассчитанные за формулой (2) значение Q_H всегда окажутся положительными. В том случае, когда содержание водорода в металле в процессе переплава возрастает, величина $Q_H > 1$, в противном случае $Q_H < 1$. Для тех редких случаев, когда в процессе ЭШП не происходит изменение величины $[H]$ металла, $Q_H = 1$.

Для сопоставления результатов исследовательских плавов, которые проводились в разные поры года и при разной влажности цеховой атмосферы, их можно представить в виде приведенного показателя наводороженности металла Q°_H . Он определяется с учетом уравнения (3) из соотношения

$$Q^{\circ}_H = Q_H \cdot (P^{\circ}_{H_2O}/P_{H_2O})^{0.5} \quad (3)$$

в котором Q_H – показатель наводороженности переплавленного металла; P_{H_2O} – парциальное

давление паров воды в процессе плавки; $P^{\circ}_{H_2O}$ – парциальное давление паров воды при принятых стандартных условиях: 50 % влажность при 25°C (1,58 · 103 Па).

Проведение эксперимента и результаты обсуждения. Для избранных условий экспериментирования определенные значения $\Delta[H]$, Q_H и Q°_H за уравнениями (1) – (3) как для стандартных флюсов, так и для исследовательских. Влажность цеховой атмосферы при проведении этих плавов определялась по помощи лабораторного психрометра. Разные значения фактических P_{H_2O} были обусловлены суточными и сезонными колебаниями влажности атмосферного воздуха [2].

Разработка новых составов флюсов проводилась на основе широко применяемых в металлургии компонентов: CaF_2 , CaO , MgO , Al_2O_3 и SiO_2 . Для снижения же их проницаемости водородом и уменьшение флокеночувствительности переплавляемых конструкционных сталей исследовалась эффективность введения в них оптимальных добавок фторидов, хлоридов и оксидов некоторых гидридообразующих элементов (Ca , Li и Ce). Методика проведения исследовательских плавов оставалась стандартной.

Всего было проведено 30 параллельных плавов. Основное внимание было уделено исследованию наводороженности под флюсовыми расплавами двух систем: $CaF_2 - CaO - SiO_2$ и $CaO - SiO_2$ с добавками к ним LiF , $CaCl_2$, Li_2O . Полученные результаты для переплава стали 08X18H10T с применением флюсов системы $CaF_2 - CaO - SiO_2$ представленные в табл. 1.

Таблица 1					
Результаты плавов при переплаве стали 08X18H10T под флюсами системы $CaF_2 - CaO - SiO_2$					
Химический состав флюса, масс %					Среднее значение Q°_H
CaF_2	CaO	SiO_2	$CaCl_2$	LiF	
33,0	33,0	33,0	–	–	1,05
40,0	20,0	15,0	–	15,0	1,40
15,0	35,0	25,0	15,0	15,0	1,24
35,0	25,0	25,0	–	15,0	1,18
40,0	25,0	25,0	–	10,0	1,13
45,0	25,0	25,0	–	5,0	1,14
40,0	10,0	25,0	15,0	10,0	0,93

Добавками к этим флюсам на основе этой системы примененные $CaCl_2$ (15 мас. %) и LiF (от 5 до 15 мас. %). Эталонным флюсом в рассмотренной группе опытов выбрано флюс с равным содержанием (по 33,3 мас. %) всех трех компонентов системы. Для него величина $Q^{\circ}_H = 1,05$.

Наилучшим флюсом из исследованного набора оказался флюс состава $40\text{CaF}_2 - 10\text{CaO} - 25\text{SiO}_2 - 15\text{CaCl}_2 - 10\text{LiF}$, который обеспечивает в плавках существенную дегазацию металла $Q_{\text{H}}^{\circ} = 0,93$.

Для оценки влияния состава флюса на проницаемость водорода в системе флюс-металл избрано его характеристику – основность. Это важная металлургическая характеристика, которая имеет большое влияние на процессы гидратации флюса и на окислительно-восстановительные процессы на гетерогенной границе раздела фаз металлы-шлаки. В связи с этим решалась задача сравнительного анализа выражений основности от V до V_9 [3] и оценки влияния разных компонентов флюса и их соотношений на проницаемость водорода (содержание в мас. %):
 $V = [(CaO)+(MgO)]/[(SiO_2)+0,5(Al_2O_3)];$
 $V_1 = [(CaO)+(MgO)+(BaO)+(Na_2O)+(K_2O)+(CaF_2)+0,5(MnO)+(FeO)]/[(SiO_2)+0,5(Al_2O_3)+(TiO_2)+(ZrO_2)];$
 $V_2 = [(CaO)+(MgO)+(MnO)+(K_2O)+(Na_2O)]/[(SiO_2)+(TiO_2)+(ZrO_2)+(Al_2O_3)];$
 $V_3 = [0,108(CaO)+0,068(MnO)+0,07(MgO)]/[(0,105(SiO_2)+0,000196(Al_2O_3)];$
 $V_4 = [(0,0179(CaO)+0,025(MgO)+0,0141(MnO)]/[1,0+(0,0141(MnO)/0,0167 \cdot (SiO_2)];$
 $V_5 = [(CaO)+(MgO)+(CaF_2)]/[(SiO_2)+0,5(Al_2O_3)];$
 $V_6 = [(CaO)+(MgO)+(MnO)+(FeO)+(Na_2O)+(K_2O)]/[(SiO_2)+0,79(TiO_2)];$
 $V_7 = [(CaO)+0,5(MgO)+0,37(MnO)+0,26(FeO)]/0,0167(SiO_2);$
 $V_8 = [0,018(CaO)+0,015(MgO)+0,06(CaF_2)]/[0,017(SiO_2)+0,005(Al_2O_3)];$
 $V_9 = [0,018(CaO)+0,015(MgO)+0,006(CaF_2)+0,014(Na_2O)+(K_2O)+0,007 \cdot (MnO)+(FeO)]/[0,017(SiO_2)+0,005(Al_2O_3)+(TiO_2)+(ZrO_2)].$

Из полученных результатов видно, что величина Q_{H}° выявляет выраженную экстремальную (с минимумом) зависимость от V и оказывается практически нечувствительной к основностям, рассчитанных за формулами от V_1 к V_9 . В связи с указанным обстоятельством установленный, что наиболее информативным есть связь Q_{H}° с основностью флюсов V . Таким образом, основность флюса рядом с концентрационными условиями позволяет регулировать реакции взаимодействия между флюсом и металлом на межфазной границе в зоне плавления расходуемого электрода. При этом уровень наводороженности металла определяется скоростью развития окислительно-восстановительных реакций на межфазных границах флюс-металлическая ванная [4]. Растворенные в флюсах водородосодержащие газы H_2O и HF выступают как окислители относительно легко окисляемых элементов сталей.

На основе рассмотренных данных рекомендованные для практического использования флюсы системы $CaF_2 - CaO - SiO_2 - CaCl_2 - LiF$ с содержанием $CaCl_2$ в 15 мас. %, LiF в 10 мас. % и с основностью в пределах 0,3...0,4. Предложенные для промышленного освоения флюсы имеют

благоприятный комплекс основных технологических и специфических для процессов переплава свойств.

Экспериментальные данные за особенностями обращения водорода стали 08X18H10T, которая переплавляется под флюсами, избранные основе системы $CaO - SiO_2$ с добавками к нее соединений: $CaCl_2$, LiF и Li_2O приведенные в табл. 2.

Полученные результаты показали, что проницаемость водорода определяется их основностью. Максимальных значений величина Q_{H}° достигает в интервале V от 0,6 до 0,8. Минимальное значение проницаемости водорода $Q_{\text{H}}^{\circ} = 1,01$ в рассмотренной серии плавков имеет флюс $50SiO_2 - 10Li_2O - 40CaCl_2$. Однако его способность уменьшать содержание серы в металле оказалась чрезвычайно низким, что и определяет его технологическую не перспективность. Введение в флюсы соединений гидридообразующих элементов (рядом с оптимальными соотношениями у последних основных компонентов) дало возможность стабильно обеспечивать наводороженности переплавляемого металла на уровне, значительно меньшему сравнительно с применением для переплава стандартных флюсов. С другой стороны, с учетом, выявленного нами механизма наводороженности металла в результате окислительно-восстановительных реакций можно показать [4], что для процессов электрошлакового переплава (ЭШП) в принципе, невозможно разработать такой флюс, который владел бы сниженной проницаемостью водорода при переплаве всех типов марок сталей.

Таблица 2						
Результаты плавков при переплаве стали 08X18H10T под флюсами системы $CaF_2 - CaO$						
Химический состав флюса, масс %						Среднее значение Q_{H}°
CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Li ₂ O	CaCl ₂	LiF	
31	–	45	–	15	10	1,60
20	–	25	–	40	15	1,53
45	–	35	5	10	5	1,25
40	–	30	10	20	–	1,16
55	–	30	15	–	–	1,53
50	–	35	–	10	5	1,06
15	–	50	15	20	–	1,51
10	5	55	15	15	–	1,37
15	–	50	–	20	15	1,36
–	–	48	16	36	–	1,19
10	5	50	20	15	–	1,06
–	–	50	10	40	–	1,01

Специфика указанного механизма такая, что величина Q_{H}° , которую формально мы рассмат-

риваем как проницаемость водорода избранного флюса для заданных условий плавки, окажется зависимой одновременно как от состава флюса, так и от состава переплавляемого металла. В связи с этим экспериментальный поиск новых составов флюсов, которые владеют сниженной проницаемостью водорода, необходимо четко ориентировать на конкретную марку переплавляемой стали. В проведенных плавках использовали стандартные флюсы промышленного производства, флюсы исследовательских составов наплавлялись в тигле-ковше из шихтовых компонентов.

Для введения в состав флюсов оксида лития применяли Li_2CO_3 . Все плавки проведены в варианте открытого ЭШП с жидким стартом.

Результаты исследований с использованием флюсов на основе системы $CaO - Al_2O_3 - SiO_2$ с добавками LiF приведено в табл. 3.

Результаты плавки при переплаве стали 08X18H10T под флюсами системы $CaF_2 - Al_2O_3 - SiO_2$				
Химический состав флюса, масс %				Среднее значение Q°_H
CaF_2	Al_2O_3	SiO_2	LiF	
45,0	25,0	25,0	5,0	1,35
40,0	25,0	25,0	10,0	1,27
40,0	20,0	25,0	15,0	1,45

По показателю Q°_H видим, что оптимальная концентрация фторида лития в этих флюсах равняется 10,0 мас.%. В общем же все флюсы указанной группы опытов имеют сравнительно большую величину Q°_H (больше 1,27), а потому практического интереса (с точки зрения проблемы водорода в ЭШП) они не представляют.

Результатами измерения величины Q°_H для трех флюсов, которые не вошли в ни одну из рассмотренных выше систем, установлено, что два из них обеспечивают существенную дегазацию переплавленного металла ($Q^{\circ}_H = 0,94$). Характерной особенностью флюсов этих вариантов есть то, что в их составе отсутствуют полностью оксидные соединения. Первый с них составленный лишь из двух фторидов: по 50 мас. % CaF_2 и CeF_3 , второй – из фторидов кальция, церия и лития с добавкой 20,0 мас. % $CaCl_2$.

Общим компонентом во всех исследованных флюсах было избрано фторид кальция. Обобщая зависимость параметра Q°_H для всех исследованных флюсов (как стандартных, так и исследовательских – относительно переплава стали 08X18H10T) от содержания в них CaF_2 выявлена следующая закономерность: введение CaF_2 в флюсы всех систем с содержанием его до 25,0 мас. % сопровождается значительным снижением

проницаемости водорода в флюсах (по параметру Q°_H приблизительно с 1,4 до 1,15). Дальнейшее повышение концентрации фторида кальция в флюсах на параметр Q°_H практически не влияет. Таким образом можно сделать важный практический вывод с точки зрения обеспечения благоприятных водородозащитных свойств фторидно-оксидных флюсов ЭШП: введение в них фторида кальция менее 25,9 мас. % нецелесообразно.

С учетом рассмотренного обстоятельства изучена проницаемость водорода целого ряда шлаковых композиций на основе обобщенной системы $CaF_2 - CaO - MgO - Al_2O_3 - SiO_2 - CaCl_2 - LiCl - CeF_3 - Li_2O - Y_2O_3$ относительно марок конструкционных флюкочувствительных сталей, которые представляют большой практический интерес: а именно к маркам 40ХН и 15ХЗНМФ. Стандартом для сравнения в этой серии поисковых плавки мы пользовались параметром Q°_H , полученного для переплава избранных марок сталей под теми стандартными флюсами, которые применяются в настоящее время для них ЭШП в промышленности. Во всех сериях плавки (как со стандартными, так и исследовательскими флюсами) условия переплава для данной марки стали оставались идентичными. Результаты эксперимента для 25 параллельных плавки представлены в табл. 4. Анализ результатов исследования наводороженности металла при применении ряда исследовательских флюсов (большой частью впервые примененных для переплава) свидетельствуют о том, что большинство испробованных исследовательских флюсов, которые содержат в своем составе разные соединения гидридообразующих элементов, обеспечивают существенным образом более низкую дополнительную наводороженность конструкционных сталей после переплава, в сравнении с таким переплавом на стандартных флюсах. При этом наилучшие результаты получены для сталей марки 40ХН, переплав которой на всех исследованных составах флюсов сопровождается значительным снижением водорода в металле по сравнению с контрольными плавками (на стандартных флюсах). Так, например, исследовательский флюс $40CaF_2 - 10CaO - 25SiO_2 - 15CaCl_2 - 10LiCl$ обеспечивает для постоянные 40ХН $Q^{\circ}_H = 1,73$, в то время как для стандартных флюсов величины этого параметра находятся в пределах 2,72...3,44.

Вместе с тем следует отметить, что для переплава марки 15ХЗНМФ некоторые исследовательские флюсы оказались с величинами Q°_H , которые находятся приблизительно в тех же границах (2,07...3,23), что и такие для стандартных флюсов (2,07...3,46). Это обстоятельство указы-

вает на то, что природа и тип соединений гидридообразующих элементов, их разные комбинации и количественные соотношения имеют потребность в специальной оптимизации для каждой конкретной шлаковой композиции, составленной на основе ее основных компонентов (CaF₂, CaO, MgO, Al₂O₃ и SiO₂), в соединении с

конкретной маркой стали. Поэтому дальнейшая (более детальная) оптимизация составов исследованных нами флюсовых систем позволит разработать новые флюсы ЭШП из более высокими, чем в разработанных к настоящему времени, водородозащитными свойствами.

Таблица 4

Результаты плавки при переплаве стали 08X18H10T под флюсами исследовательских систем

Марки сталей	Химический состав флюса, мас. %									Среднее значение Q ^o _H
	CaF ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaCl ₂	LiCl	CeF ₃	Y ₂ O ₃	
40XH	40,0	10,0	–	–	25,0	15,0	10,0	–	–	1,73
	40,0	10,0	–	10,0	15,0	10,0	–	15,0	–	2,08
	50,0	–	–	–	–	–	–	50,0	–	2,16
	–	48,0	–	–	36,0	16,0	–	–	–	1,74
	35,0	25,0	5,0	20,0	5,0	5,0	5,0	–	–	1,96
15X3HMΦA	30,0	5,0	–	15,0	–	–	–	50,0	–	1,45
	50,0	10,0	–	10,0	20,0	10,0	–	–	–	1,48
	5,0	40,0	–	35,0	–	–	10,0	–	–	1,54
	5,0	40,0	–	5,0	30,0	–	–	10,0	10,0	2,05
	15,0	40,0	–	40,0	5,0	–	–	–	–	2,07
	55,0	–	–	25,0	–	–	–	–	20,0	2,22
	50,0	–	–	–	–	–	–	50,0	–	2,36
	15,0	40,0	–	10,0	35,0	–	–	–	–	2,63
	35,0	25,0	5,0	20,0	5,0	5,0	5,0	–	–	2,85
10,0	35,0	–	5,0	30,0	–	–	20,0	–	3,23	

Вывод. При переплаве стали марки 08X18H10T найдено, что для данной марки стали величина Q^o_H в зависимости от основности флюсов меняется по экстремальному закону с максимумом Q^o_H при основности в пределах 1,5...1,7. Относительно ЭШП стали 08X18H10T исследованы водородозащитные свойства некоторых исследовательских флюсов, избранных главным образом на основе систем CaO – SiO₂ и CaF₂ – CaO – SiO₂. Показано, что для обеспечения удовлетворительных водородозащитных свойств фторидно-оксидных флюсов снижения в них содержания CaF₂ ниже 25 % нецелесообразно. Найдено два оригинальных флюсовых состава, которые обеспечивают снижение значения Q^o_H по сравнению с лучшими стандартными флюсами. Для конструкционных сталей 40XH, 15X3HMΦA определены величины Q^o_H в условиях переплава их с применением как стандарт-

ных, так и исследовательских флюсов, составленных на основе системы CaF₂ – CaO – Al₂O₃ – SiO₂ с добавлением к ним в разных комбинациях фторидных, хлоридных и оксидных соединений сравнительно с распространенными сильными гидридообразующими элементами (Li, Ce и Y).

Установлено, что для избранных сталей водородозащитные свойства стандартных флюсов неудовлетворительные (величины Q^o_H находятся в пределах 1,95...3,46) Найдено, что оптимальные соединения основных компонентов флюса и добавок соединений гидридообразующих элементов, которые вводят в них, позволяют снизить величины Q^o_H к значениям существенным образом меньших 1,5. Из полученных материалов некоторые исследовательские составы флюсов рекомендованы для практического использования в процессах электрошлакового переплава исследованных конструкционных сталей.

Литература

1. Водород в процессах электрошлакового переплава сталей: монография/[И.А. Новохатский, В.Я. Кожухарь, О.Н. Романов, В.В. Брем.] – Одесса: Астропринт, 1997. – 212 с.
2. Брем В.В. Фізико-хімічні властивості наплавлених флюсів: монографія/В.В. Брем, В.Я. Кожухар, Ю.М. Єпутатов. – Одеса: Екологія, 2005. – 108 с.
3. Потапов Н.Н. Основы выбора флюсов при сварке сталей: монография/Н.Н. Потапов. – М.: Машиностроение, 1979. – 168 с.
4. Брем В.В. Розчинність водню у фторидно-оксидних розплавах: монографія/ В.В. Брем, В.Я. Кожухар. – Одеса: Екологія, 2008. – 124 с.

Dmitrenko I. V.

The permeability of hydrogen in the fluoride-oxide melts

Abstract: The analysis of all set of information in the considered area suggests that the permeability of hydrogen in the flux melts, which are used for remelting, is relatively high. The result is that an open process of melting does not provide the necessary protection of remelted metal from hydrogen. We carried out firstly a systematic investigation of hydrogen permeability of the most widely used in industry standard electroslag remelting fluxes, and then considering the results, was initiated the attempt to find new flux compositions which provide effective protection against hydrogen in remelted steels. The development of new flux compositions was based on the widely used in metallurgy components: CaF_2 , CaO , MgO , Al_2O_3 and SiO_2 . In order to reduce the permeability of hydrogen and sensitivity to flocs of remelted structural steels was investigated the efficiency of introduction to them optimal additives of fluorides, chlorides and oxides of some hydride-forming elements (Ca, Li, and Ce). The methodology of the research heats remained the standard. When remelting steel 08X18H10T, it was found that for a given grade of steel quantity Q_{H}° , depending on the basicity of flux, changes according to the extreme law with a maximum Q_{H}° at the basicity within 1,5...1,7. Regarding the electroslag remelting of steel 08X18H10T were researched hydrogen-protective properties of some research fluxes selected primarily on the basis of systems $\text{CaO} - \text{SiO}_2$ and $\text{CaF}_2 - \text{CaO} - \text{SiO}_2$. It is shown that to ensure satisfactory hydrogen-protective properties of fluoride-oxide fluxes reducing in them CaF_2 content below 25% is inappropriate. Were found two original flux compositions that reduce the value Q_{H}° compared to the best standard fluxes. For the structural steels 40XH, 15X3HMΦ quantity Q_{H}° are identified in the conditions of their remelting, using both standard and research fluxes, drawn up on the basis of system $\text{CaF}_2 - \text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ with the addition to them of a variety of combinations of fluoride, chloride and oxide compounds compared to the widespread strong hydride-forming elements (Li, Ce and Y). Found that for selected steels hydrogen-protective properties of standard fluxes are unsatisfactory (values Q_{H}° are within 1,95 ... 3,46). Found that optimal compounds of major flux components and a hydride-forming elements additive compounds which are introduced into them, can reduce Q_{H}° values to values significantly below 1,5. From the received materials, some research fluxes are recommended for practical use in electroslag remelting processes of studied structural steels.

Keywords: hydrogen, flux, melt, remelting, composition, steel.