

## АНОТАЦІЇ

## ТЕХНІЧНІ НАУКИ

**Агєєва М. В., Забара О. С. Вплив поздовжнього магнітного поля на ефективність процесу дугового наплавлення під флюсом металургійного обладнання // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Досліджено вплив поздовжнього магнітного поля на продуктивність наплавлення і геометричні розміри валика при дуговому напавленні дротом SK 742N-SK. Експериментально встановлено, що застосування постійного, або частотою 50 Гц поздовжнього магнітного поля при дуговому напавленні під флюсом дротом SK 742N-SK дозволяє зменшити глибину проплавлення основного металу майже в 2 рази, частку участі основного металу в 2 рази і збільшити продуктивність процесу наплавлення на 42–54 %. Показана доцільність застосування поздовжнього магнітного поля при напавленні дротом SK 742N-SK деталей металургійного обладнання, зокрема, роликів машин безперервного лиття заготовок.

**Ключові слова:** дугове наплавлення, поперечне магнітне поле, індукція магнітного поля.

**Абхарі П. Б. Силовий режим процесу радіального видавлювання фланця на оправці в роз'ємних матрицях // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Розглянуто процес радіального видавлювання фланця на оправці в роз'ємних матрицях. Досліджено напружено-деформований стан в процесі деформації методом кінцевих елементів за допомогою програмного продукту QForm 2D. В ході досліджень були отримані картини викривлення ділильної сітки, розподілу інтенсивності деформацій і інтенсивності напружень. З отриманих даних видно, що інтенсивність напружень рівномірно розподілено по частинам фланця, який формується, що дає гарну проробку структури. Максимальні значення інтенсивності деформації знаходяться на лінії контакту заготовки і матриці уздовж осі утворення фланця. Так само в роботі представлені графіки силових параметрів процесу радіального видавлювання в роз'ємних матрицях.

**Ключові слова:** радіальне видавлювання, інтенсивність деформацій, інтенсивність напружень, метод скінчених елементів, роз'ємна матриця, зусилля.

**Алієва Л. І. Критерії деформованості та можливості їх використання в задачах обробки тиском // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Метою роботи є аналіз можливості застосування феноменологічних критеріїв деформованості для оцінки ресурсу пластичності в технологічних завданнях пластичного формоутворення. Встановлено, що критерії руйнування, засновані на скалярному поданні ушкоджень, дають однакові результати розрахунку граничних деформацій для випадків, коли показники напруженого стану постійні. У тих випадках, коли шляхи деформування є функціями, на величину граничних деформацій впливає перша і друга похідні від показників напруженого стану. При цьому, встановлені області зміни цього показника, в яких коефіцієнт впливу історії деформування на пластичність досягає максимального значення.

**Ключові слова:** показники напруженого стану, пластичне формоутворення, феноменоло-стратегічні критерії деформованості, оцінка ресурсу пластичності, критерії руйнування.

**Білик О. Г. Регулювання масопереносу електродного металу при напавленні порошковими стрічками // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Проведено дослідження впливу добавки фторопласту-4 на процес масопереносу електродного металу при напавленні порошковою стрічкою. Показана можливість ущільнення осердя в оболонці порошкової стрічки введенням в його склад полімерів для регулювання перенесення електродного металу при напавленні. На прикладі фторопласту-4 доведена ефективність його введення до складу осердя порошкової стрічки, де він проявляє свої властивості легко пресованого компонента і збільшує об'єм на 50% при нагріванні.

**Ключові слова:** порошкова стрічка, наплавлення, оболонка, осердя, масоперенос.

**Бережний С. П., Куликовський Р. А., Капустян О. Є., Куртов О. А. Дослідження формування поверхні злитка при ЕШП з низьким коефіцієнтом заповнення кристалізатора // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Розглянуто особливості формування злитка при електрошлаковому переplаві (ЕШП) з низьким коефіцієнтом заповнення кристалізатора. Показана можливість отримання якісної бокової поверхні злитка, з мінімальним розміром гофр, при переplаві витратного електрода з розщепленою основною частиною при

коефіцієнті заповнення кристалізатора 0,22. Досліджено вплив конструкції стартової частини витратного електрода на формування донної частини злитка при твердому старті. Проаналізовано механізм плавлення флюсу. Отримані дані та рекомендації щодо ведення процесу твердого старту дозволили зменшити розміри донної обрізи злитків на 50 %. На основі отриманих даних розроблено конструкцію витратного електрода та рекомендації ведення процесу ЕШП з низьким коефіцієнтом заповнення кристалізатора, які розширюють технологічні можливості обладнання.

**Ключові слова:** злиток, електрошлаковий перепплав, коефіцієнт заповнення кристалізатора, витратний електрод.

**Бойко І. О. Дослідження впливу вольфраму, кобальту та ванадію на твердість наплавленого шару з основою типу X12 // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Робота присвячена вивченню і дослідженню впливу вольфраму, кобальту і ванадію на твердість наплавленого шару з основою типу X12 при нормальній і підвищеній температурах. Були проведені експерименти з наплавлення зразків самозахисним порошковим дротом. Дані оброблені в прикладній програмі Statistica 6.0. Побудовані графіки залежності твердості при нормальній і підвищеній температурах для даного класу сталі. Доведено, що найбільш помітний вплив на твердість наплавленого металу типу X12 надає вольфрам і ванадій. Додавання кобальту істотно підвищує твердість сталі типу 40X12B4Ф при високих температурах, впливаючи на розмір зерен карбиду вольфраму. Для збереження помірної твердості при нормальній температурі і збільшення її при підвищеній рекомендується склад наплавленого металу типу 4X12B4K2Ф.

**Ключові слова:** високохромиста сталь, прогартовуємість мартенситу, початкова твердість, гаряча твердість, карбонітридне зміцнення.

**Бойко І. А Підвищення гомогенності наплавленого металу при ручному зварюванні та наплавленні сталі Гадфільда // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

У статті розглянуто вплив вуглецьутворюючого компоненту при зварюванні і наплавленні високо-марганцовистої сталі типу 110Г13. Проведені дослідження показали, що зі збільшенням вмісту вуглецю в електродному стрижні з 0,08% до 0,8% вміст вуглецю в краплі підвищується з 0,3 % до 0,97 % при його вмісті в наплавленого металі на рівні 1,1 %. Експериментально доведено, що засвоєння марганцю краплею зростає зі збільшенням вмісту вуглецю в стрижні, що пов'язано зі збільшенням часу взаємодії покриття і краплі, тому що втулка покриття не обсыпається в ванну і не оголює торець електрода. Це досягнуто завдяки зниженню кількості графіту в покритті. Застосування вуглецевих сталей (60C2, 65Г, 70, У8А і ін.) для виготовлення стрижнів покритих електродів для зварювання сталі 110Г13 дозволить поліпшити показники гомогенності наплавленого металу, знизити ймовірність утворення тріщин і поліпшити санітарно-гігієнічні показники.

**Ключові слова:** сталь Гадфільда, плавлення покриття, гарячі тріщини, вуглецева сталь, гомогенність наплавленого металу, перехід вуглецю.

**Бондарев С. В. Оптимізація складу гідрофобних захисних покриттів зварювальних електродів // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Одними з найважливіших питань, що потребують вирішення при розробці електродів з основним покриттям є поліпшення зварювально-технологічних властивостей і зменшення концентрації водню в металі шва завдяки попередженню абсорбції вологи при використанні негіроскопічних видів сировини. Найбільш перспективним напрямком в цій області може бути розробка негіроскопічних захисних покриттів для зварювальних електродів, що запобігають абсорбцію вологи з повітря в процесі їх зберігання та транспортування. Застосування таких покриттів дозволить не тільки підвищити зварювально-технологічні характеристики електродів, а й значно знизити витрати електроенергії при проведенні зварювальних робіт за рахунок усунення операції попередньої прокалки, необхідної для видалення поглиненої вологи перед початком зварювання. Розроблено та оптимізовано склад негіроскопічних покриттів зварювальних електродів, що підвищує зварювально-технологічні властивості електродів і запобігає зволоженню електродного покриття в процесі зберігання і транспортування. Адекватність моделі перевірялася по точках в області мінімальних значень вмісту дифузійного водню.

**Ключові слова:** зварювання, захисні покриття, зварювальний електрод, абсорбція вологи.

**Бондарев С. В. Дослідження впливу вологості електродних матеріалів на процес уповільненого руйнування зварних з'єднань // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

При зварюванні відповідальних металоконструкцій виникла проблема, пов'язана з підвищеною схильністю металу шва до утворення холодних тріщин. Однією з теорій, що описують механізм уповільненого руйнування сталей, тобто утворення холодних тріщин, є «воднева» теорія. Одним з основних факторів, що впливають на утворення холодних тріщин, є вміст водню в металі зварного з'єднання після зварю-

вання, залежне від концентрації водню в захисному середовищі, вихідного вмісту водню в основному і електродному металі. Були проведені дослідження щодо впливу вологи, що міститься в навколишньому середовищі і в електродних покриттях, на вміст водню і схильності наплавленого металу до утворення холодних тріщин. Для перевірки впливу умов зварювання, зокрема вологості повітря, проводилися дослідження з використанням камери штучного клімату. Використання електродів з нанесеним полімерним захисним покриттям дозволяє отримувати вологостійкі електроди з необхідними властивостями і знизити енергоємність виробництва.

**Ключові слова:** зварювання, електродний матеріал, холодні тріщини, сталь.

**Власов А. Ф. Електроди з екзотермічною сумішшю в покритті для зварювання низьковуглецевих сталей // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Для зварювання й наплавлення застосовують широку номенклатуру електродів. Однак продуктивність їх досить низька – до 2,7 кг/год, коефіцієнти наплавлення й швидкості їхнього плавлення не перевищують відповідно 8,5–10,0 г/А·год і 13–15 м/год. Одним зі шляхів підвищення продуктивності ручного дугового зварювання є використання ефекту екзотермічних реакцій при введенні до складу використовуваних матеріалів екзотермічних сумішей у вигляді відповідних окислювачів і розкислювачів, при нагріванні й плавленні яких екзотермічний процес протікає до розплавлення електродного стержня. Експериментально встановлено, що введення в покриття електродів окислювачів в межах 58 % у порівнянні з електродами, що містять таку ж кількість залізного порошку, швидкість плавлення електродів збільшилася на 18–20 %, масова швидкість плавлення покриття – на 31–34 %, а коефіцієнт розплавлення електрода – на 11–14 % (менші значення відносяться до величини зварювального струму 250 А, а більші – при 290 А). Підвищення товщини покриття електродів, що містять 44,4% екзотермічної суміші, від 0,5 до 3,3 мм у порівнянні з електродами, що містять таку ж кількість залізного порошку (при  $K_n = 1,2$ ), швидкість плавлення електродів збільшилася на 27–31 %, масова швидкість плавлення покриття – на 25–31 %, а коефіцієнт розплавлення електрода – на 26–36 % (менші значення відносяться до величини зварювального струму 250 А, а більші – 290 А).

**Ключові слова:** електроди, екзотермічна суміш, низьковуглецева сталь, окислювач.

**Власов А. Ф., Куцій А. М. Дослідження процесу плавлення електродів з екзотермічною сумішшю в покритті // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Експериментальними методами встановлено, що введення в покриття електродів екзотермічної суміші до 53,4% збільшує коефіцієнти розплавлення стержня (8,7–11,4г/А· год), наплавлення (8,0–12,5 г/А·год), швидкості плавлення електродів (17–23м/год) і розплавлення покриття електродів(0,4–0,6 г/с). Підвищення товщини покриття електродів, що містять 44,4% екзотермічної суміші, від 0,5 до 2,6 мм (зміна  $K_n$  від 0,17 до 1,14) приводить: до збільшення кількості екзотермічної суміші (3,9–27,4г) і коефіцієнта наплавлення (10,4–13,4г/А·год), до зниження значення коефіцієнта розплавлення стержня (12,8–10,5 г/А·год), збільшення масової швидкості плавлення покриття (0,18–1,03 г/с). Введення в покриття електродів екзотермічної суміші підвищує швидкість розплавлення електродів за рахунок: тепла, що виділяється при протіканні екзотермічної реакції (0–11,5%), зниження витрат на плавлення газшлакоутворюючої частини покриття й поліпшення технологічних характеристик дуги.

**Ключові слова:** зварювання, екзотермічна суміш, покриття електродів, дуга, коефіцієнт розплавлення стержня.

**Волков Д. А., Власов А. Ф., Шевцов С. А. Вибір оптимальних режимів зварювання електродами з екзотермічною сумішшю в покритті // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

У статті розглянуто комплексний підхід у встановленні залежності між параметрами режиму ручного дугового зварювання і характеристиками плавлення електродів з екзотермічною сумішшю в покритті за допомогою апарату математичної статистики. Розроблено математичну модель і побудовано рівняння регресії, що її описують. На підставі аналізу отриманої моделі визначено оптимальні параметри режиму ручного дугового зварювання, що забезпечують отримання максимального значення коефіцієнта наплавлення при мінімальних втратах електродного металу. Встановлено, що введення до складу покриття кварцевого піску, перовскітового концентрату, волластоніта, вермикуліту і рутилового концентрату практично не впливає на показники плавлення електродів. При цьому, показники плавлення електродів відрізнялися незначно. Очевидно, це є характерною особливістю плавлення електродів з екзотермічною сумішшю в покритті.

**Ключові слова:** електрод, екзотермічна суміш, коефіцієнт наплавлення, математична модель, рівняння регресії.

**Гайдамак О. Л., Савуляк В. І. Дослідження властивостей покриттів, створених холодним газодинамічним напиленням порошку ПА-4 // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Представлено результати дослідження процесу холодного газодинамічного напилення порошку ПА-4 на сталеву поверхню. Встановили, що із збільшенням температури напилення з 320 до 460 °С коефіцієнт ви-

користання порошку збільшився з 8 до 42,5 %, водночас межа міцності зсуву фігури наплення з підкладкою зменшилась з 5,79 до 2,55 МПа, при цьому пористість отриманого покриття збільшилась з 41 до 58%. Отримані покриття можуть бути використані для створення фільтрів тонкої очистки газів та рідин з розміром прохідних пор 60 – 100 мкм, а також для створення поверхневих шарів пар тертя, здатних утримувати мастильні матеріали.

**Ключові слова:** холодне газодинамічне наплення, покриття ПА-4, міцність, пористість, коефіцієнт використання порошку.

**Гальцов І. О., Каленська А. В., Гедрович А. І. Автоматичне зварювання плакованої сталі з комплексним впливом на метал зварювальної ванни // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Розглянуто застосування електродів і дротів з підвищеним вмістом легуючих елементів, зокрема нікелю, що компенсують розбавлення аустенітного металу шва феритним металом і володіючими блокуючою дією реактивної дифузії вуглецю зі сталі менш легованої в більш леговану. Виявлено, що низькочастотні коливання, покращують перемішування аустенітноферритного шва, рівномірно розподіляють макрохолодильник, що вводиться, в обсязі металу зварювальної ванни, зменшують проплавлення основного металу. Виявлено, що використання комплексного способу дугового зварювання дозволяє збільшити площу поперечного перерізу зварного валика, тим самим зменшити кількість проходів при формуванні з'єднання, без збільшення погонної енергії зварювання, забезпечує якісну, аустенітно-феритну структуру зварних валиків перехідного і плакуючого шару.

**Ключові слова:** плакуюча сталь, макрохолодильник, вібрація, аустеніт, ферит, зварювальний флюс, бункер-живильник, зварювальний дріт, зварювальний валик, керамічний ролик, коефіцієнт наплення.

**Голуб Д. М. Аналіз матеріалів для підвищення зносостійкості штампового інструменту холодного деформування // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Наведено класифікацію штампових сталей в залежності від умов роботи, хімічного складу, структурного класу та експлуатаційних властивостей. Проаналізовано ряд існуючих штампових сталей різних систем зміцнення. Найбільш високими твердістю, теплостійкістю і стабільністю цих властивостей серед різних композицій наплавлювальних матеріалів, які не містять гостро дефіцитних вольфраму або кобальту, володіє метал, наплавлений електродами ЕН-60 М. Електроди марок ЦН-5, НЖ-2 і Ш-1, призначені для наплення штамів холодного штампування, як і електроди марок ЦН-4 і ЕШГ-50, призначені для наплення штамів гарячої обрізки, дають метал в початковому стані невисокою твердості і не забезпечують необхідної теплостійкості. Метал, що містить значну кількість вольфраму або вольфраму і кобальту, одержуваний при напленні електродами ОЗШ-1, ОЗШ-4 і ОЗШ-5 має високі твердість і теплостійкість, але через високу вартість і дефіцитність зазначених елементів є мало перспективним. Високою твердістю і хорошою теплостійкістю володіє метал з невисоким вмістом вольфраму, одержуваний при напленні електродами ОЗШ-3, які використовуються для наплення штамів як гарячого, так і холодного штампування та для підвищення їхньої зносостійкості.

**Ключові слова:** наплавлювальні матеріали, електроди, штамповий інструмент, класифікація штампових сталей, умови роботи інструмента, дефіцитні легуючі елементи, твердість, зносостійкість, теплостійкість.

**Гринь О. Г., Дудинський О. Д., Марков О. Є. Електроди з алітованим стрижнем для наплення // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Для виготовлення інструменту гарячого деформування застосовують сплави, для яких притаманна мартенситна структура, зміцнена карбідами, або сплави з інтерметалічним зміцненням. Робоча поверхня зношується і її необхідно відновлювати. В статті розглянуто особливості наплення електродами з алітованим стрижнем. Алітування стрижнів електродів з дроту Св-08, діаметром 3 мм виконано в суміші порошоків, яка складається з 49% порошку алюмінію, 49%  $Al_2O_3$  і 2%  $NH_4Cl$ . Встановлено вплив режимів ХТО стрижнів на зміни товщини дифузійного шару, що містить продукти алітування. При збільшенні параметрів алітування – температури алітування і температури витримки – збільшується глибина алітованого шару. В результаті плавлення стрижня з заданими якість, перемішування розплавленого металу і металургійних процесів в зварювальній ванні, відбувається рівномірне насичення наплавленого металу розчином алюмінію та його сполуками. При цьому досягається висока жаростійкість наплавленого металу.

**Ключові слова:** гаряче деформування, електрод з алітованим стрижнем, робоча поверхня інструменту, наплення.

**Гринь О. Г., Жаріков С. В., Залесний Д. І. Удосконалення самозахисного порошкового дроту для зварювання міді зі сталлю // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Для отримання бездефектного зварного з'єднання міді зі сталлю, забезпечення необхідного рівня роекиснення міді та оптимального співвідношення мідь/залізо в металі шва, перспективним є застосування са-

мозахисного порошкового дроту трубчатої конструкції. Здійснено аналіз впливу окремих компонентів осердя самозахисного порошкового дроту для зварювання міді зі сталлю на глибину проплавлення сталі. Варіювання співвідношенням вмісту газозлакоутворюючих компонентів впливає на зварювально-технологічні властивості дроту і практично не впливає на вміст заліза в зварному шві. Показано, що в складі порошкового дроту, який призначений для зварювання міді зі сталлю, ефективно застосування екзотермічної суміші з оксиду міді і порошку алюмінію, що значно підвищило однорідність складу зварного шва і сприяло збільшенню ширини наплавленого валика, і зменшенню глибини проплавлення.

**Ключові слова:** зварювання, самозахисний порошковий дріт, газозлакоутворюючий компонент, зварний шов, екзотермічна суміш.

**Гринь О. Г., Трембач Б. О., Трембач І. О. Моделювання силового впливу породи на башмак коритної мийки // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Здійснено моделювання взаємодії башмака горизонтальної коритної мийки з породою, яка збагачується (маса незакріпленого абразиву), за допомогою програмного продукту EDEM на базі методу дискретних елементів. Показано, що взаємодія абразивної маси з робочою поверхнею башмака має нерівномірний характер. Визначено, що максимальне зношування притаманне найбільш віддаленій від осі обертання і зміщеній у зворотному напрямку від обертання боковій поверхні башмака, має підтвердження експериментальними даними.

**Ключові слова:** башмак коритної мийки, порода, метод дискретних елементів, знос, вісь обертання.

**Гроте К.-Х., Посніков Ю., Макаренко Н. О., Гавриш П. А., Шепотько В. П., Бурський В. К. Дослідження причин втомних ушкоджень зварних вузлів металокопункції перевантажувачів «Takraf» // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Метою роботи є дослідження пролітних балок, в яких виявлені дефекти і ушкодження металокопункції. Для встановлення причин виникнення ушкоджень виконано аналіз навантаженості вузлів металокопункції. Особливу увагу приділено зварним вузлам металокопункції, через які передається силовий потік. Виконано аналіз максимальних навантажень зварних вузлів в цих місцях. Виконано комп'ютерне моделювання навантажень зварних вузлів за допомогою програми Mav.Structure. Отримано графіки ліній впливу від одиничної сили в стрижнях 1-6, 1-5, 5-6, 6-7. Проведено завантаження ліній впливу рухомим навантаженням при переміщенні візка крана. Результати дослідження металокопункції перевантажувача свідчать про те, що конструктивне оформлення зварних швів ребер жорсткості нижнього пояса і технологія їх виконання не відповідає вимогам до металокопункції, які працюють в умовах циклічного навантаження.

**Ключові слова:** втомні пошкодження металокопункції, циклічне навантаження, кран-перевантажувач, лінія впливу.

**Гулаков С. В., Бурлака В. В., Кулябін А. І. Особливості горіння дуги на торці стрічкового електрода // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Розглянута спрощена електрична схема зварювального кола при дугового наплавленні стрічковим електродом, а також умови підведення струму до стрічкового електрода. Розглянуто вплив локального токопідводу на умови формування ВАХ системи «джерело живлення – струмопровідні елементи». Визначено, що при переміщенні дуги по торцях стрічкового електрода і локальному підводі струму до нього величина  $R_{\text{вильет}}$  буде змінюватися, що, в свою чергу, призведе до коливань кута нахилу ВАХ системи «джерело живлення – струмопровідні елементи», негативно позначаючись на якісних характеристиках наплавленого шару. Розглянуто способи стабілізації режимів наплавлення. Описана практична реалізація процесу наплавлення стрічковим електродом з використанням декількох токопідводів з визначенням положення дуги на торці стрічки, а також виявлення дво- і багатодугового режимів наплавлення. Описано програму, що виконує розрахунок поля потенціалу на вильоті стрічкового електрода.

**Ключові слова:** наплавка, стрічковий електрод, джерело живлення, ВАХ, токопідвід, стабілізація дуги.

**Долянська О. В. Вплив супутнього нагріву дуговою плазмою при лазерно-плазмовому зміцненні сталевих поверхні // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

В статті досліджено можливості підвищення експлуатаційного ресурсу поверхонь тертя із сталей 38ХНЗМФА і 20Х13 шляхом застосування їх супутнього підігріву дуговою плазмою непрямої дії в процесі зміцнення лазерним випромінюванням. Показано, що запропонований спосіб дозволяє зменшити коефіцієнт тертя з 0,25–0,27 до 0,14–0,16 при одночасному збільшенні експлуатаційного навантаження на 25–30%, а також підвищити зносостійкість відносно основного металу до 3–4 разів. Мікроструктури зразків лазерного і лазерно-плазмового зміцнення досліджуваних сталей по глибині склалися з двох зон – переплавленої із бейнітною структурою і зміцненої у твердому стані із мартенситною структурою. Кількість мікро-

тріщин в шарах, зміцнених лазерно-плазмовим способом, приблизно вдвічі менша, ніж в ділянках, зміцнених лазерним, що свідчить про виникнення більших тимчасових напружень при лазерному зміцненні. Вимірювання напружень I роду рентгенофазовим методом показали зниження приблизно на 50% рівня залишкових напружень у зміцнених шарах сталей 38ХНЗМФА і 20Х13 у разі застосування комбінованої лазерно-плазмової обробки.

**Ключові слова:** лазерно-плазмове зміцнення, мікротріщини, мікроплазма, лазерне зміцнення.

**Жаріков С. В., Гринь О. Г., Васильєва Л. В. Оптимізація режимів наплавлення самозахисним порошковим дротом з екзотермічною сумішшю // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

У статті досліджено вплив параметрів режиму наплавлення самозахисним порошковим дротом з екзотермічною сумішшю на характеристики плавлення дротів. Використовуючи симетричний некомпозитний трирівневий план другого порядку Бокса – Бенкена, отримана математична модель впливу величини зварювального струму, напруги на дузі, коефіцієнта заповнення порошкового дроту і співвідношення вмісту окалини і алюмінієвого порошку в осерді на характеристики плавлення порошкових дротів: коефіцієнт наплавлення, коефіцієнт розплавлення і коефіцієнт загальних втрат. Для аналізу результатів дослідження і побудови математичної моделі застосована програма Statistica 6. На основі аналізу математичного опису та графічного зображення поверхонь відгуку встановлена технологічно прийнятна область параметрів режиму наплавлення, що забезпечує отримання максимального значення коефіцієнта наплавлення при мінімальних втратах електродного металу.

**Ключові слова:** наплавка порошкового дроту, коефіцієнт розплавлення, коефіцієнт загальних втрат, зварювальний струм, коефіцієнт наплавлення.

**Іванов В. П., Лаврова О. В. Удосконалення технології наплавлення двома стрічковими електродами // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Досліджено процес керованого механічного перенесення електродного металу при наплавленні під флюсом двома стрічковими електродами з використанням пристрою подачі, що забезпечує обмеження вигину електродних стрічок в межах інтервалу пружності. Пропонований пристрій здійснює почерговий зворотно-поступальний рух торців стрічкових електродів з оптимальними частотою і амплітудою. Удосконалено технологію наплавлення двома стрічками з накладенням примусових механічних коливань. Використання розроблених обладнання і технології дозволяє забезпечити більш рівномірний розподіл теплової енергії по ширині стрічки і контрольоване скидання крапель рідкого металу, знизити питомі витрати електричної енергії і підвищити якість наплавленого шару.

**Ключові слова:** стрічкові електроди, примусове механічне перенесення електродного металу, прогин стрічки, коефіцієнт розплавлення.

**Ковалевський С. В. Аналіз освітніх особливостей на прикладі відомих університетських моделей // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

У статті представлений аналіз освітніх моделей, прийнятих у провідних університетах США, Бразилії, Японії, Австралії та Європи. Ці моделі також відображають особливості систем середньої освіти та післядипломного підвищення кваліфікації. Порівняльний аналіз показує переваги і недоліки кожної з прийнятих моделей. Особливо виділені особливості освітніх систем з інженерних спеціальностей. Показана роль університетів в подальшому працевлаштуванні випускників та роль фірм в інтегрованій підготовці студентів. Дана оцінка мотиваційним тенденціям студентів у вищій освіті порівнюваних моделей і бізнес-орієнтованому підходу університетів до підготовки майбутньої робочої сили в поєднанні з потребами місцевих компаній. Сформульовано ключові фактори успіху університетів незалежно від країни.

**Ключові слова:** освітня модель, інженерна спеціальність, мотиваційні тенденції.

**Кошевий А. Д., Волков Д. А., Кошева А. А., Голуб Д. М. Дослідження теплостійкості і гарячої твердості наплавленого металу при відновленні пресового інструменту гарячої обробки металу // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Зазначено проблему недостатньої стійкості штампового інструменту і перспективність використання для наплавлення штампового інструменту порошкових дротів. Визначено вплив режиму термічної обробки наплавленого металу штампового інструменту типу 40Х12ГВ4ФТ на його гарячу твердість і теплостійкість при нормативних умовах експлуатації. Досліджуваний метал 40Х12ГВ4ФТ зберігає високу гарячу твердість при тривалому перебуванні в області робочих температур 873–923 К, що свідчить про придатність розробленого складу для наплавлення інструмента гарячого пресування. Сорбітна структура, властива іншим режимом термообробки, характеризується меншою твердістю, що при більш високій ударній в'язкості викликає зниження зносостійкості. Троостітна структура металу проявляє хорошу зносостійкість при меншій ударній в'язкості і розгаростійкості. Найбільш повно задовольняє експлуатаційним властивос-

тям наплавлений метал, що піддався термообробці з шифром 5. Він має мартенситну структуру з включеннями рівномірно розподілених карбідів.

**Ключові слова:** штамповий інструмент, експлуатаційна стійкість, порошковий дріт, наплавлений метал, термообробка, теплостійкість, гаряча твердість, мартенсит, карбіди.

**Калінін Ю. А., Бриков М. Н. Забезпечення якісного зварювання зносостійких сталей (огляд напрямків) // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Розглянуто нові зносостійкі матеріали, що володіють підвищеною зносостійкістю при абразивному зношуванні – високовуглецеві низьколеговані сталі 120Г3 і 120Г3С2 зі структурою нестабільного аустеніту або ферито-аустенітного бейніту. Показано, що дані сталі можуть бути перспективні для броньованого захисту різних деталей, схильних до інтенсивного зношування. Розглянуто використання високовуглецевих низьколегованих сталей і чавуну в якості броньованого захисту. Вивчено виконання зварювання розробленими електродами, в процесі чого легування металу шва забезпечують компоненти електродного покриття – хром, марганець, азотований марганець, графіт, ферованадій, феротитан. Розглянуто результати розробки зварювальних матеріалів, що забезпечують в звареному шві структуру хромомарганцевого аустеніту з підвищеною міцністю і працездатністю зварних з'єднань сталей, що гартуються, які зварюють без підігріву і термічної обробки. Досліджено структуру і фізико-механічні властивості наплавленого металу.

**Ключові слова:** зварювання, абразивне зношування, зносостійка сталь, структура.

**Кравченко А. А. Задачі, які ставить 4-та промислова революція перед Україною // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

У цій роботі описане середовище, у якому доведеться працювати майбутнім інженерам. Окреслені перспективні напрямки підготовки студентів. Усього виявлено дев'ять найважливіших технологічних досягнень: гнучкі роботизовані системи, адитивні технології, моделювання та симуляція, хмара, кібербезпека, промисловий інтернет речей, доповнена реальність, великі дані та аналітика, а також інтеграція вертикальних та горизонтальних систем. Виявлені навички та інструменти, які надають випускникам ВНЗів конкурентні переваги на ринку праці. Дана робота є тільки першим кроком у напрямку підвищення якості освіти інженерів. Дана тема потребує обговорення в широкому колі власників, головних спеціалістів підприємств і викладачів технічних ВНЗів.

**Ключові слова:** інженер, роботизована система, моделювання, конкурентоспроможність.

**Куцій Г. М. Вплив кількості екзотермічної суміші і товщини покриття високопродуктивних електродів на теплові характеристики їх плавлення // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Розглянуто питання розподілу тепла, що виділяється при екзотермічній реакції між електродом і виробом. Визначено парниковий ефект екзотермічної реакції від взаємодії елементів-розкислювачів з оксидом заліза, ефективний к.к.д. нагрівання електрода і виробу. Аналіз результатів досліджень показує, що збільшення кількості наплавленого металу і теплової потужності дуги при майже однаковій кількості шлаку на пластині показує, що додатковий нагрів пластини відбувається в основному за рахунок збільшення кількості електродного металу за один і той же проміжок часу і за рахунок збільшення теплової потужності дуги, зі зміною товщини покриття електродів підвищується вміст екзотермічної суміші; збільшується кількість тепла і відновленого заліза при протіканні екзотермічної реакції відбувається через збільшення теплової потужності дуги і питомих витрат теплоти на плавлення електрода.

**Ключові слова:** екзотермічна суміш, парниковий ефект, к.к.д. нагріву, електродне покриття.

**Куцій А. М., Волков Д. А. Термодинамічне обґрунтування складу екзотермічної суміші високопродуктивних електродів для ремонтного зварювання // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Розглянуто перевагу ручного дугового зварювання для ремонтних робіт на машинобудівних підприємствах. Розглянуто підвищення продуктивності високопродуктивних електродів для ручного дугового електрозварювання при використанні ефекту екзотермічних реакцій, які протікають між окалиною і алюмінієвим порошком. Виконано розрахунок термодинамічних характеристик для реакцій взаємодії оксидів заліза і алюмінію, з урахуванням температури протікання реакцій. Розрахована термічність чистих оксидів заліза і окालини в залежності від температури. Доведено, що при невеликій різниці при тепловиділенні, при використанні прокатної окालини замість окालини від ковальсько-пресового виробництва, відновлюється більша кількість заліза, що позитивно позначається на рівномірності плавлення електродного покриття і стержня і на якості наплавленого металу. Показано перевагу вибору в якості основних компонентів для протікання екзотермічної реакції окालини від прокатного виробництва і алюмінієвого порошку.

**Ключові слова:** високопродуктивні електроди, ремонтне зварювання, екзотермічна суміш, окалина, алюмінієвий порошок.

**Лебедев В. О., Лендел І. В. Удосконалення механізованого дугового зварювання і наплавлення нержавіючих сталей з імпульсною подачею електродного дроту // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

В роботі розглянуті результати комплексних експериментальних досліджень зварювання-наплавлення нержавіючих сталей із застосуванням керованої імпульсної подачі електродного дроту. Розглянуто склад установки для реалізації автоматичного циклу наплавлення з необхідним набором датчиків, в тому числі і реєструючих швидкість імпульсного руху дроту, що змінюється, а також енергію, яка витрачається на дугового процес. Проаналізовано результати досліджень, серед яких осцилограми струму процесу і швидкості подачі, а також формування наплавленого валика і глибини проплавлення основного металу. Опрацьовано результати вимірів характеристик наплавлених валиків по макрошліфам. Зроблено висновки про істотний вплив характеристик імпульсної подачі на формування наплавленого валика і вирішення завдань енерго- і ресурсозбереження.

**Ключові слова:** аналіз, зварювання, наплавлення, шов, кристалізація, управління, колювання, частоти.

**Макаренко Н. О. Ремонт і виготовлення інструментів для гарячої обробки матеріалів // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Визначено основні чинники, що впливають на процес термоерозійного руйнування графітізованих сірих чавунів і сталей, які застосовуються для виготовлення формуючого інструменту в скляному виробництві. Надана рекомендація по кращому вибору конструкційного матеріалу при виготовленні скляних ізоляторів. Розроблено порошкові дроти для зміцнення і відновлення методом плазмового наплавлення чавунних і сталевих виробів, що працюють в умовах термоциклічних навантажень. Встановлені оптимальні режими наплавлення, дані рекомендації щодо термообробки наплавленого сплаву з метою зняття внутрішніх напружень. Встановлено, що оптимальним наплавлювальним матеріалом для відновлення і зміцнення чавунних прес-форм є метал типу 20Н50Д35СР, який мікролеговано берилієм. Наведено склад розробленого наплавочного матеріалу для плазма-МІГ наплавлення склоформуєчих інструментів, що виконані зі сталі 20, випробування яких в виробничих умовах показало, що наплавлені сталеві прес-форми витримують в 4 рази більше формовок в порівнянні з застосовуваними в даний час прес-формами, виготовленими з сірого чавуну. Розроблено дві технології виготовлення склоформуєчого інструменту методом плазмового наплавлення з аксіальним подаванням порошкового дроту.

**Ключові слова:** інструмент для гарячої обробки матеріалів, процес термоерозійного руйнування, скляні ізолятори, термоциклічні навантаження.

**Макаренко Н. О. Дослідження процесу плазма-МІГ наплавлення із застосуванням порошкової плющенки і розробка наплавочного матеріалу для відновлення деталей машин // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Вивчено характер зносу ходових колес гусеничних тракторів. Надані рекомендації по вибору необхідної структури наплавленого металу. Встановлено, що найбільш ефективним способом отримання наплавленого металу заданої властивості є плазмове наплавлення з аксіальним подаванням порошкової плющенки. Проведено дослідження переносу електродного металу при плазмовому напавленні з аксіальним подаванням порошкового дроту плоского перетину, з урахуванням якого і з урахуванням математичного моделювання визначення оптимальних технологічних режимів виготовлення плавкого електроду, розроблено склад його шихти і спеціалізоване обладнання для наплавлення. Доведено, що обладнання для цього процесу може базуватися на основі серійних випрямлячів типу ВДУ. Встановлено, що величина оптимальних струмів плазмових дуг неплавких електродів повинна знаходитися в межах 75–90 А. Встановлено, що мінімальне розбризкування спостерігається при токах плавкого електроду – 460–488А, при цьому струм кожного з неплавких електродів повинен становити 75–90 А.

**Ключові слова:** процес плазма-МІГ наплавлення, порошкова плющенко, наплавочний матеріал, знос, плазмова дуга.

**Максимов С. Ю., Лендел І. В. Підвищення ефективності наплавлення шляхом застосування імпульсної подачі електродного дроту // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

У статті розглядаються результати досліджень впливу параметрів імпульсної подачі електродного дроту, при електродуговому напавленні на умови формування валика наплавленого металу. Наведено результати порівняння ряду технологічних характеристик процесу наплавлення при постійній та імпульсній подачі електродного дроту з частотою імпульсів 10–60 Гц і скважністю 1,25–5,0 од. Показано, що зміна швидкості подачі електродного дроту при постійних енергетичних параметрах процесу наплавлення дозволяє впливати на формування наплавленого валика, кількість втрат електродного металу, витрати електроенергії і санітарно-гігієнічні характеристики. Даний результат досягається за рахунок зміни кінематичних умов переносу електродного металу з торця електрода, через дуговий проміжок, в ванну рідкого металу.



**Ключові слова:** ефективність наплавлення, електродугове наплавлення, імпульсна подача, кінематичні умови переносу електродного металу.

**Махненко О. В., Костеневич О. С. Математичне моделювання мікроструктурних переворень в зоні наплавлення патрубкової зони корпусу реактора ВВЕР-1000 // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

В даній роботі представлена математична модель, що описує температурні поля та зміну мікроструктурного складу в матеріалі патрубкової зони корпусу реактора ВВЕР-1000 в процесі наплавки антикорозійного шару. В основу рішення нестационарної задачі теплопровідності покладено метод кінцевих елементів. Для описання теплообміну використані граничні умови конвективного теплообміну. Моделювання перетворення аустеніта у ферито-перліт і бейніт проведено на основі параметрів діаграми АРА. Показано, що після наплавки в основному матеріалі утворюється мікроструктура з різним вмістом бейніту і ферито-перліту. Наплавлений антикорозійний шар має аустенітну структуру. Розроблені математична модель і програмні засоби можуть бути застосовані для прогнозування напружено-деформованого стану та міцності патрубкової зони корпусу реактора ВВЕР-1000 при різних режимах експлуатації з урахуванням технологічної спадковості після проведення наплавки.

**Ключові слова:** реактор ВВЕР-1000, патрубкова зона, антикорозійна наплавка, джерело тепла, структурні перетворення, діаграма АРА, математичне моделювання.

**Патюпкин А. В. Застосування високоефективної технології зварювання під флюсом у зазор з використанням гранульованої металевої присадки в нафтовій і газовій промисловості // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Розроблено високопродуктивну технологію автоматичного зварювання під флюсом кутових зварних з'єднань стінок камер апаратів повітряного охолодження за один прохід з підваркою кореня шва. Даний спосіб виконується без розбирання крайок в зазор із застосуванням гранульованої металевої присадки. Дослідження металу шва і біляшовної зони показали високу якість зварних з'єднань. Застосування високопродуктивних методів робить продукцію нафтового і хімічного машинобудування на сучасному європейському ринку конкурентною.

**Ключові слова:** апарати повітряного охолодження, камера, зварювання в зазор з використанням гранульованої металевої присадки.

**Перемітько В. В., Носов Д. Г., Вершинін М. А. Перспективність формування наплавленням композиційних шарів з підвищеною опірністю абразивному зношуванню // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

З'ясовано можливість отримання композиційних шарів шляхом їх формування при дуговому наплавленні по попередньо нанесеному на оброблювану поверхню додаткового матеріалу. Для випадку дискретного, окремими смугами в напрямку обробки, нанесення вуглевісного та модифікувального матеріалу, визначено оптимальний діапазон параметрів режиму та відповідні регресійні залежності твердості по зонах валика. Як позитивний результат, зафіксовано неоднорідність матеріалу за складом та твердістю по ширині наплавлених шарів. Завдяки зазначеному факту зменшується проковзування деталей, що знаходяться в контакт, за рахунок формування періодичної хвилястості поверхонь. Максимальний перепад твердості металу між центром та периферією валиків спостерігається при індукції зовнішнього аксіального магнітного поля до 10–15 мТл.

**Ключові слова:** наплавка, композиційні матеріали, стійкість до абразивного зносу, матеріал.

**Підгурський І. М. Вплив конструктивних концентраторів напружень на величину коефіцієнтів інтенсивності напружень вздовж контурів модельованих еліптичних поверхневих тріщин // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Методом скінчених елементів проведено моделювання поверхневої напівеліптичної тріщини у призматичному зразку під дією розтягуючих напружень. Створено тривимірну модель зразка з глобальною сіткою елементів та модель в області тріщини з локальною сіткою з тетраедричних елементів. Отримано значення КІН K<sub>I</sub> вздовж контуру поверхневої напівеліптичної тріщини, які добре узгоджуються з відомими рішеннями. Наведено значення і порівняльний аналіз коефіцієнтів інтенсивності напружень вздовж фронту поверхневої тріщини та двох колінарних тріщин за одновісного розтягу пластини скінчених розмірів при наявності концентратора напружень і без концентратора на основі методу скінчених елементів.

**Ключові слова:** концентратор напружень, модель, еліптична поверхня, тріщина.

**Попов С. Н., Грицкевич А. А. Аналіз особливостей поверхневого взаємодії пар тертя в умовах складно-навантаженого контакту // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Вивчено особливості та структуру механізму руйнування робочої поверхні ведучого колеса підйомного самохідного крана типу Sumitomo Link-Belt LS 418, через деталізацію негативного впливу на процеси зношування деталі робочих умов промислових і будівельних площ. Проаналізовано особливості набутого зносу робо-

чих органів даної деталі з плином часу експлуатації будівельної техніки. Виділено основні трибоматеріолознавчі фактори для процесу зношування робочих органів ведучого колеса. Запропоновано метод фіксації напрацювання деталей і вузлів рушія гусеничних машин. Дано рекомендації щодо складу та властивостей трибосистеми, на які доцільно орієнтуватися при розробці технології відновлення і зміцнення ведучого колеса крапа при подальшій науковій або виробничій діяльності з зазначеної тематики.

**Ключові слова:** поверхнева взаємодія, знос, робочі органи деталі, процес зношування, ведуче колесо.

**Пулька Ч. В., Підгурський М. І., Сенчишин В. С., Шарик М. В. Дослідження технології індукційного наплавлення з використанням механічної вібрації // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Наведено результати досліджень технології індукційного наплавлення з накладенням механічної вібрації в горизонтальній площині в час розплавлення порошкоподібного твердого сплаву. Показано, що зносостійкість збільшується в 1,5 рази в порівнянні з технологією наплавлення без вібрації і досягається за рахунок сприятливої структури наплавленого металу. Визначено, що найвищу зносостійкість має технологія індукційного наплавлення з накладенням механічної вібрації в горизонтальній площині в порівнянні з технологією без вібрації і досягається за рахунок більш сприятливої структури наплавленого металу. Отримано також співвідношення оцінки параметрів вібрації амплітуди  $\alpha$  і частоти  $\omega$ , за допомогою яких можна отримати бажану структуру наплавленого шару металу.

**Ключові слова:** індукційна наплавка, індуктор, питома потужність, горизонтальна вібрація, наплавлений метал, структура, зносостійкість, амплітуда, частота, карбідні складові.

**Размишляєв О. Д., Агєєва М. В. Дослідження міцності стикових з'єднань при дуговому зварюванні з дією магнітних полів // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Досліджено вплив керуючих магнітних полів на міцнісні характеристики зварних з'єднань пластин з феромагнітних сталей при дуговому зварюванні під флюсом. Встановлено, що використання керуючих магнітних полів при дуговому зварюванні під флюсом стикових з'єднань товщиною 4 мм на флюсомідній підкладці дозволило підвищити міцність зварних з'єднань на 11,5% при частоті поперечного магнітного поля 12 Гц, без зниження показників пластичності. При зварюванні з дією поздовжнього магнітного поля показник міцності підвищується на 11,8 % без помітного зниження пластичності при частоті 6 Гц. Показано, що при цьому також спостерігалось поліпшення формування зворотної сторони шва.

**Ключові слова:** дугове зварювання, поперечне та поздовжнє магнітне поле, індукція магнітного поля, міцність, стикове з'єднання.

**Роянов В. О., Захарова І. В. Підготовка спеціалістів і магістрів-зварювальників на базі випускників коледжів у ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Послідовність середньої та вищої освіти підготовки фахівців-зварників в ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет». Підготовка спеціалістів з вищою освітою безпосередньо після закінчення коледжів відповідає загальноєвропейському стандарту і забезпечує якісну підготовку щодо потреб сучасної промисловості. На кафедрі обладнання і технології зварювального виробництва ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» в останні 5 років проводиться підготовка спеціалістів і магістрів після закінчення коледжів на базі молодшого спеціаліста за скороченою програмою терміном у три роки. Питання про навчання узгоджено з МОН України. Студенти – випускники коледжів приймають участь у науковій роботі на кафедрі, результати якої представляють на наукових конференціях і конкурсах студентських робіт, і займають призові місця, навчаються в аспірантурі кафедри.

**Ключові слова:** університет, кафедра, коледж, циклова комісія, молодший спеціаліст, магістр, стандарт освіти, навчальний план, освітньо-кваліфікаційний рівень, освітньо-кваліфікаційна програма, навчальна дисципліна, науково-дослідна робота, наукові конференції, методична комісія, методична рада.

**Савуляк В. І., Бакалець Д. В., Тарасюк В. М. Поєднання процесів зварювання і високотемпературного паяння для виготовлення та ремонту металоконструкцій // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Підсилення та ремонт ділянок металоконструкцій із зародженими тріщинами можливі шляхом приварювання додаткових елементів. Таке технологічне рішення забезпечує підвищення міцності конструкції, але одночасно призводить до негативної зміни структури металу в зоні температурного впливу та зменшення корозійної стійкості. Один із способів усунення таких недоліків полягає у поєднанні процесів зварювання та паяння. В якості паяльного матеріалу для захисту навколошовної зони запропоновано використовувати мідь. Внаслідок потрапляння та розчинення міді у зварному шві можлива зміна механічних характеристик з'єднання. В роботі виконані дослідження впливу вмісту міді в шві на ударну в'язкість зварених зразків. Встановлено, що наявність мідних припоїв не погіршує процес зварювання та формування зварного шва, проте дещо змінює його механічні властивості, зокрема ударну в'язкість.

**Ключові слова:** зварювання, паяння, тріщини, металоконструкції, ударна в'язкість, зварний шов.

**Сидорець В. М., Жерноскова А. М., Римар С. В. Імпульсно-дугове зварювання як основа сучасних технологій зварювання електродомом, який плавиться // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Проведено дослідження підвищення технологічної та енергетичної ефективності процесу імпульсно-дугового зварювання електродомом, що плавиться, в захисному газі. Розроблено узагальнюючі розрахунково-аналітичні методики. Визначено області зміни коефіцієнта і швидкості розплавлення електрода при дуговому зварюванні в залежності від зварювального струму, його види та полярності, від температури краплі електродного металу, а також при обліку випаровування з поверхні краплі і підігріву електрода. Досліджено закономірності процесу плавлення електрода і виявлено шляхи збільшення швидкості його розплавлення за рахунок застосування спеціалізованих імпульсних впливів. Розглянуто перспективи вдосконалення процесу за принципом поділу імпульсного теплового і імпульсного силового впливу на метал електрода, що плавиться, розроблений в ІЕЗ ім. Є.О. Патона. Встановлено ефективність процесу зварювання низьколегованих сталей і алюмінієвих сплавів різних систем легування багаторівневими імпульсами. Застосування такого принципу перспективно також при створенні лазерно-дугових технологій зварювання.

**Ключові слова:** імпульсно-дугове зварювання, полярність, електрод, який плавиться, ефективність процесу.

**Трофімов А. В., Трембач І. О., Трембач Б. О. Досвід застосування імпульсно-дугового зварювання алюмінієвого сплаву АМг5 великих товщин // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Наведено результати досліджень по механізованому зварюванні металеві конструкції «Шайба» з алюмінієвого сплаву АМг5 товщиною 90мм. Обрані оптимальні режими зварювання, вивчені властивості отриманих сполук. Досліджено технологію механізованого зварювання алюмінієво-магнієвого сплаву АМг5 великої товщини з використанням сучасних програмно-керованих інверторних джерел живлення, яка може успішно застосовуватися для виготовлення відповідальних зварних конструкцій. Розроблена технологія механізованого зварювання для виготовлення великогабаритних товстостінних металевих конструкцій «Шайба» з алюмінієвого сплаву. Розглянуто рівень деформацій, отриманий під час зварювання металоконструкцій «Шайба», що дозволяє в подальшому при зварюванні подібних конструкцій знизити собівартість.

**Ключові слова:** механізоване зварювання, алюмінієвий сплав, атестація технології зварювання, шайба, режими зварювання, властивості з'єднання, капілярний контроль, макроструктура.

**Чигарьов В. В., Голуб Д. М. Удосконалення способу виготовлення порошкового дроту // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Відзначено перспективність використання для наплавлення штампного інструменту порошкових дротів, вказані їх переваги та недоліки, заходи їх усунення. Проаналізовано відомі способи виготовлення порошкових дротів. Поставлено завдання вдосконалення способу виготовлення порошкового дроту для наплавлення штампного інструменту з метою забезпечення стабільних зварювально-технологічних властивостей і збереження високої експлуатаційної стійкості наплавленого шару. При виготовленні дроту трубчасту заготовку з неущільненою шихтою піддають впливу однорідного аксіально-симетричного імпульсного магнітного поля конічної форми з індукцією 0,9–1,1 Тл, періодом пульсації 0,1–1 с та регламентованою формою імпульсів. Після цього дріт протягають через ряд ущільнюючих фільтрів до необхідного діаметра. За запропонованою технологією виготовлені дослідні порошкові дроти марок ПП-8Х4ГСВ2М5Ф2Т і ПП-К15М15Н5Х3В2 діаметром 3 мм з оболонкою зі стрічки перетином 0,5x18 мм зі сталі марки 08кп. Коефіцієнт заповнення у всіх випадках знаходився в межах  $K_z=0,45-0,47$ . Виробничі випробування показали високі зварювально-технологічні властивості порошкових дротів зазначених марок. Середні значення відносної зносостійкості металу, наплавленого дослідженими дротами, перевищують на 7–11 % аналогічні значення для порошкових дротів, виготовлених за традиційною технологією.

**Ключові слова:** наплавлені матеріали, порошковий дріт, рівномірність плавлення, спосіб виготовлення, експлуатаційні властивості.

**Шелягін В. Д., Сіора О. В., Бернацький А. В., Шуба І. В. Дослідження структури та механічних властивостей зварних з'єднань, виконаних лазерним зварюванням на сталі 09Г2С у різних просторових положеннях // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

У роботі досліджено особливості структури та механічні характеристики стикових зварних з'єднань, одержаних шляхом лазерного зварювання кореневих швів газопроводів у різних просторових положеннях. Заготовки були виготовлені зі сталі 09Г2С. Показано, що у досліджених швах формувалася дрібнозерниста суміш різних типів фериту, зокрема переважаючими фракціями були голчастий ферит та внутрішньозернений полігональний ферит. Також у швах було виявлено значну кількість часток міжзеренного полігонального фериту з ділянками бічного пластинчастого фериту. Обсяг гартівних структур (зокрема, бейніту) у металі швів не великий. У результаті, зазначені зміни структури, які впливають на показники ударної в'язкості металу швів, які істотно зростають.

**Ключові слова:** лазерне зварювання, технологічні режими, трубна сталь, кореневий шов, просторові положення, стикові зварні з'єднання, структура, механічні характеристики.

**Шелягін В. Д., Шуба І. В., Бернацький А. В., Сіора О. В. Розробка інструменту для лазерного ручного зварювання сталевих виробів у різних просторових положеннях // Вісник ДДМА. – 2016. – № 2 (38).**

Виконана розробка інструменту для ручного лазерного зварювання. Завдяки компактному розміру розробленого інструменту ручне лазерне зварювання конструкцій може виконувати одна людина. Мала вага розробленого інструменту дозволяє виконувати зварювання конструкцій у різних просторових положеннях. Були проведені металографічні дослідження та механічні випробування одержаних зварних з'єднань. Вони показали, що рівень характеристик зварних з'єднань, отриманих лазерним ручним зварюванням, не нижчий за рівень характеристик зварних з'єднань, одержаних за допомогою автоматичного лазерного зварювання. У подальшому планується проводити концептуальні удосконалення розробленого пристрою. Зокрема, шляхом встановлення системи автоматичного розпізнавання положення зварювального стику. Це свідчить про перспективність використання розробленого інструменту для вирішення задач ручного лазерного зварювання сталей у різних галузях промисловості, таких як вагонобудування, кораблебудування, хімічна промисловість, авіакосмічна промисловість та інших.

**Ключові слова:** ручний інструмент, лазерне зварювання, розробка конструкції, нержавіюча сталь, зварні з'єднання, структура, механічні характеристики.

## АННОТАЦИИ

---

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Агеева М. В., Забара А. С. Влияние продольного магнитного поля на эффективность процесса дуговой наплавки под флюсом металлургического оборудования // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Исследовано влияние продольного магнитного поля на производительность наплавки и геометрические размеры валика при дуговой наплавке проволокой SK 742N-SK. Экспериментально установлено, что применение постоянного, либо частотой 50 Гц продольного магнитного поля при дуговой наплавке под флюсом проволокой SK 742N-SK позволяет уменьшить глубину проплавления основного металла почти в 2 раза, долю участия основного металла в 2 раза и увеличить производительность процесса наплавки на 42–54 %. Показана целесообразность применения продольного магнитного поля при наплавке проволокой SK 742N-SK деталей металлургического оборудования, в частности, роликов машин непрерывного литья заготовок.

**Ключевые слова:** дуговая наплавка, поперечное магнитное поле, индукция магнитного поля, геометрические размеры

**Абхари П. Б. Силовой режим процесса радиального выдавливания фланца на оправке в разъемных матрицах // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Рассмотрено процесс радиального выдавливания фланца на оправке в разъемных матрицах. Исследовано напряженно-деформированное состояние в процессе деформации методом конечных элементов при помощи программного продукта QForm 2D. В ходе исследований были получены картины искажения делительной сетки, распределения интенсивности деформаций и интенсивности напряжений. Из полученных данных видно, что интенсивность напряжений равномерно распределено по формируемой части фланца, что дает хорошую проработку структуры. Максимальные значения интенсивности деформации находятся на линии контакта заготовки и матрицы, вдоль оси образования фланца. Также в работе представлены графики силовых параметров процесса радиального выдавливания в разъемных матрицах.

**Ключевые слова:** радиальное выдавливание, интенсивность деформаций, интенсивность напряжений, метод конечных элементов, разъемная матрица, усилие.

**Алиева Л. И. Критерии деформируемости и возможности их использования в задачах обработки давлением // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Целью работы является анализ возможности применения феноменологических критериев деформируемости для оценки ресурса пластичности в технологических задачах пластического формообразования. Установлено, что критерии разрушения, основанные на скалярном представлении повреждений, дают одинаковые результаты расчета предельных деформаций для случаев, когда показатели напряженного состояния постоянны. В тех случаях, когда пути деформирования являются функциями, на величину предельных деформаций оказывает влияние первая и вторая производные от показателей напряженного состояния. При этом, установлены области изменения этого показателя, в которых коэффициент влияния истории деформирования на пластичность достигает максимального значения.

**Ключевые слова:** показатели напряженного состояния, пластическое формообразование, феноменологические критерии деформируемости, оценка ресурса пластичности, критерии разрушения.

**Белик А. Г. Регулирование массопереноса электродного металла при наплавке порошковыми лентами // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Проведены исследования влияния добавки фторопласта-4 на процесс массопереноса электродного металла при наплавке порошковой лентой. Показана возможность уплотнения сердечника в оболочке порошковой ленты введением в его состав полимеров для регулирования переноса электродного металла при наплавке. На примере фторопласта-4 доказана эффективность его введения в состав сердечника порошковой ленты, где он проявляет свои свойства легко прессуемого компонента и увеличивает объем на 50% при нагреве.

**Ключевые слова:** порошковая лента, наплавка, оболочка, сердечник, массоперенос.

**Бережный С. П., Куликовский Р. А., Капустян А. Е., Куртов А. А. Исследование формирования поверхности слитка при ЭШП с низким коэффициентом заполнения кристаллизатора // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Рассмотрены особенности формирования слитка при электрошлаковом переплаве (ЭШП) с низким коэффициентом заполнения кристаллизатора. Показана возможность получения качественной боковой поверхности слитка, с минимальным размером гофр, при переплаве расходуемого электрода с расщепленной основной частью при коэффициенте заполнения кристаллизатора 0,22. Исследовано влияние конструкции стартовой части расходуемого электрода на формирование донной части слитка при твердом старте. Проанализирован механизм плавления флюса. Полученные данные и рекомендации касательно ведения процесса твердого старта позволили уменьшить размеры донной обрезки слитков на 50 %. На основе полученных данных разработана конструкция расходуемого электрода и рекомендации по ведению процесса ЭШП с низким коэффициентом заполнения кристаллизатора, которые расширяют технологические возможности оборудования.

**Ключевые слова:** слиток, электрошлаковый переплав, коэффициент заполнения кристаллизатора, расходный электрод.

**Бойко И. А. Исследование влияния вольфрама, кобальта и ванадия на твердость наплавленного слоя с основой типа X12 // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Работа посвящена изучению и исследованию влияния вольфрама, кобальта и ванадия на твердость наплавленного слоя с основой типа X12 при нормальной и повышенной температурах. Проведены эксперименты по наплавке образцов самозащитной порошковой проволокой. Данные обработаны в прикладной программе Statistica 6.0., построены графики зависимости твердости при нормальной и повышенной температурах для данного класса стали. Доказано, что наиболее заметное влияние на твердость наплавленного металла типа X12 оказывает вольфрам и ванадий. Добавление кобальта существенно повышает твердость стали типа 40X12B4Ф при высоких температурах, оказывая влияние на размер зерен карбида вольфрама. Для сохранения умеренной твердости при нормальной температуре и увеличения ее при повышенной рекомендуется состав наплавленного металла типа 4X12B4K2Ф.

**Ключевые слова:** высокохромистая сталь, прокаливаемость мартенсита, начальная твердость, горячая твердость, карбонитридное упрочнение.

**Бойко И. А. Повышение гомогенности наплавленного металла при ручной сварке и наплавке стали Гадфильда // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

В статье рассмотрено влияние углеродообразующего компонента при сварке и наплавке высокомарганцевистой стали типа 110Г13. Проведенные исследования показали, что с увеличением содержания углерода в электродном стержне с 0,08 % до 0,8 % содержание углерода в капле повышается с 0,3 % до 0,97 % при его содержании в наплавленном металле на уровне 1,1 %. Экспериментально доказано, что усвоение марганца каплей возрастает с увеличением содержания углерода в стержне, что связано с увеличением времени взаимодействия покрытия и капли, т.к. втулка покрытия не осыпается в ванну и не оголяет торец электрода. Это достигнуто благодаря снижению количества графита в покрытии. Применение углеродистых сталей (60С2, 65Г, 70, У8А и др.) для изготовления стержней покрытых электродов для сварки стали 110Г13 позволит улучшить показатели гомогенности наплавленного металла, снизить вероятность образования трещин и улучшить санитарно-гигиенические показатели.

**Ключевые слова:** сталь Гадфильда, плавление покрытия, горячие трещины, углеродистая сталь, гомогенность наплавленного металла, переход углерода.

**Бондарев С.В. Оптимизация состава гидрофобных защитных покрытий сварочных электродов // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Одними из важнейших вопросов, требующих решения при разработке электродов с основным покрытием является улучшение сварочно-технологических свойств и уменьшение концентрации водорода в металле шва благодаря предупреждению абсорбции влаги при использовании негигроскопичных видов сырья. Наиболее перспективным направлением в этой области может являться разработка негигроскопичных защитных покрытий для сварочных электродов, предотвращающих абсорбцию влаги из воздуха в процессе их хранения и транспортировки. Применение таких покрытий позволит не только повысить сварочно-технологические характеристики электродов, но и значительно снизить затраты электроэнергии при проведении сварочных работ за счет устранения операции предварительной прокалки, необходимой для удаления поглощенной влаги перед началом сварки. Разработан и оптимизирован состав негигроскопичного покрытия сварочных электродов, повышающего сварочно-технологические свойства электродов и предотвращающего увлажнение электродного покрытия в процессе хранения и транспортировки. Адекват-

ность модели проверялась по точкам в области минимальных значений содержания диффузионного водорода.

**Ключевые слова:** сварка, защитные покрытия, сварочный электрод, абсорбция влаги.

**Бондарев С. В. Исследование влияния влажности электродных материалов на процесс замедленного разрушения сварных соединений // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

При сварке ответственных металлоконструкций возникает проблема, связанная с повышенной склонностью металла шва к образованию холодных трещин. Одной из теорий, описывающих механизм замедленного разрушения сталей, т.е. образования холодных трещин, является «водородная» теория. Одним из основных факторов, оказывающих влияние на образование холодных трещин, являются содержание водорода в металле сварного соединения после сварки, зависящее от концентрации водорода в защитной среде, исходного содержания водорода в основном и электродном металле. Были проведены исследования по влиянию влаги, содержащейся в окружающей среде и в электродных покрытиях, на содержание водорода и склонности наплавленного металла к образованию холодных трещин. Для проверки влияния условий сварки, в частности, влажности воздуха, проводились исследования с использованием камеры искусственного климата. Использование электродов с нанесенным полимерным защитным покрытием позволяет получать влагостойкие электроды с требуемыми свойствами и снизить энергоёмкость производства.

**Ключевые слова:** сварка, электродный материал, холодные трещины, сталь.

**Власов А. Ф. Электроды с экзотермической смесью в покрытии для сварки низкоуглеродистых сталей // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Для сварки и наплавки применяют широкую номенклатуру электродов. Однако производительность их довольно низка – до 2,7 кг/ч, коэффициент наплавки и скорости их плавления не превышают, соответственно, 8,5–10,0 г/А·ч и 13–15 м/ч. Одним из путей повышения производительности ручной дуговой сварки является использование эффекта экзотермических реакций путём введения в состав используемых материалов экзотермических смесей в виде соответствующих окислителей и раскислителей, при нагреве и плавлении которых экзотермический процесс протекает до расплавления электродного стержня. Экспериментально установлено, что введение в покрытие электродов окалины в пределах 58 % по сравнению с электродами, содержащими такое же количество железного порошка, скорость плавления электродов увеличилась на 18–20 %, массовая скорость плавления покрытия – на 31–34 %, а коэффициент расплавления электрода – на 11–14 % (меньшие значения относятся к величине сварочного тока 250 А, а большие – при 290 А). Повышение толщины покрытия электродов, содержащих 44,4% экзотермической смеси, от 0,5 до 3,3 мм по сравнению с электродами, содержащими такое же количество железного порошка (при  $K_n = 1,2$ ), скорость плавления электродов увеличилась на 27–31 %, массовая скорость плавления покрытия – на 25–31 %, а коэффициент расплавления электрода – на 26–36 % (меньшие значения относятся к величине сварочного тока 250 А, а большие – 290 А). Механические свойства и содержание в наплавленном металле серы и фосфора разработанных электродов полностью удовлетворяют требованиям ГОСТ 9467-75 к электродам типов Э46 (ЭТ-3), Э50А (ЭТ-2) и Э60 (ЭТ-4).

**Ключевые слова:** электроды, экзотермическая смесь, низкоуглеродистая сталь, окалина.

**Власов А. Ф., Куций А. М. Исследование процесса плавления электродов с экзотермической смесью в покрытии // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Экспериментальными методами установлено, что введение в покрытие электродов экзотермической смеси до 53,4% приводит к увеличению коэффициентов: расплавления стержня ( $\alpha_{p,ст} = 8,7–11,4$  г/А·ч), наплавки ( $\alpha_n = 8,0–12,5$  г/А·ч), скорости плавления электродов (17–23 м/ч) и расплавления покрытия электродов (0,4–0,6 г/с). Повышение толщины покрытия электродов, содержащих 44,4% экзотермической смеси, от 0,5 до 2,6 мм (изменение  $K_n$  от 0,17 до 1,14) приводит: к увеличению количества экзотермической смеси (3,9–27,4 г) и коэффициента наплавки (10,4–13,4 г/А·ч), к снижению значения коэффициента расплавления стержня (12,8–10,5 г/А·ч), увеличению массовой скорости плавления покрытия (0,18–1,03 г/с). Введение в покрытие электродов экзотермической смеси повышает скорость расплавления электродов за счет: тепла, выделяющегося при протекании экзотермической реакции (0–11,5%); снижения затрат на плавление газошлакообразующей части покрытия и улучшения технологических характеристик дуги.

**Ключевые слова:** сварка, экзотермическая смесь, покрытие электродов, дуга, коэффициент расплавления стержня.

**Волков Д. А., Власов А. Ф., Шевцов С. А. Выбор оптимальных режимов сварки электродами с экзотермической смесью в покрытии // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

В статье рассмотрен комплексный подход в установлении зависимости между параметрами режима ручной дуговой сварки и характеристиками плавления электродов с экзотермической смесью в покрытии при помощи аппарата математической статистики. Разработана математическая модель и построены урав-

нения регрессии, описывающие ее. На основании анализа полученной модели определены оптимальные параметры режима ручной дуговой сварки, обеспечивающие получение максимального значения коэффициента наплавки при минимальных потерях электродного металла. Установлено, что введение в состав покрытия кварцевого песка, перовскитового концентрата, волластонита, вермикулита и рутилового концентрата практически не оказывает влияния на показатели плавления электродов. При этом, показатели плавления электродов отличались незначительно. Очевидно, это является характерной особенностью плавления электродов с экзотермической смесью в покрытии.

**Ключевые слова:** электрод, экзотермическая смесь, коэффициент наплавки, математическая модель, уравнение регрессии.

**Гайдамак А. Л., Савуляк В. И. Исследование свойств покрытий, созданных холодным газодинамическим напылением порошка ПА-4 // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Представлены результаты исследования процесса холодного газодинамического напыления порошка ПА-4 на стальную поверхность. Установили, что с увеличением температуры напыления с 320 до 460 °С коэффициент использования порошка увеличился с 8 до 42,5%, тогда как предел прочности на сдвиг фигуры напыления с подкладкой уменьшилась с 5,79 до 2,55 МПа, при этом пористость полученного покрытия увеличилась с 41 до 58%. Полученные покрытия могут быть использованы для создания фильтров тонкой очистки газов и жидкостей с размером проходных пор 60–100 мкм, а также для создания поверхностных слоев пар трения, способных удерживать смазочные материалы.

**Ключевые слова:** холодное газодинамическое напыление, покрытие ПА-4, прочность, пористость, коэффициент использования порошка.

**Гальцов И. А., Каленская А. В., Гедрович А. И. Автоматическая сварка плакированной стали с комплексным воздействием на металл сварочной ванны // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Рассмотрено применение электродов и проволок с повышенным содержанием легирующих элементов, в частности никеля, компенсирующих разбавление аустенитного металла шва ферритным металлом и обладающим блокирующим действием реактивной диффузии углерода из стали менее легированной в более легированную. Выявлено, что низкочастотные колебания, улучшают перемешивание аустенитноферритного шва, равномерно распределяют вводимый макрохолодильник в объеме металла сварочной ванны, уменьшают проплавление основного металла. Выявлено, что использование комплексного способа дуговой сварки позволяет увеличить площадь поперечного сечения сварного валика, тем самым уменьшить количество проходов при формировании соединения без увеличения погонной энергии сварки, обеспечивает качественную, аустенитноферритную структуру сварных валиков переходного и плакирующего слоя.

**Ключевые слова:** плакированная сталь, макрохолодильник, вибрация, аустенит, феррит, сварочный флюс, бункер-питатель, сварочная проволока, сварочный валик, керамический ролик, коэффициент наплавки.

**Голуб Д. М. Анализ материалов для повышения износостойкости штампового инструмента холодного деформирования // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Приведена классификация штамповых сталей в зависимости от условий работы, химического состава, структурного класса и эксплуатационных свойств. Проанализирован ряд существующих штамповых сталей различных систем упрочнения. Наиболее высокими твердостью, теплостойкостью и стабильностью этих свойств среди различных композиций наплавочных материалов, не содержащих остро дефицитных вольфрама или кобальта, обладает металл, наплавленный электродами ЭН-60 М. Электроды марок ЦН-5, НЖ-2 и Ш-1, предназначенные для наплавки штампов холодной штамповки, как и электроды марок ЦН-4 и ЭШГ-50, предназначенные для наплавки штампов горячей обрезки, дают металл в исходном состоянии невысокой твердости и не обеспечивают необходимой теплостойкости. Металл, содержащий значительное количество вольфрама или вольфрама и кобальта, получаемый при наплавке электродами ОЗШ-1, ОЗШ-4 и ОЗИ-5 обладает высокими твердостью и теплостойкостью, но из-за высокой стоимости и дефицитности указанных элементов является малоперспективным. Высокой твердостью и хорошей теплостойкостью обладает металл с невысоким содержанием вольфрама, получаемый при наплавке электродами ОЗШ-3, которые используются для наплавки штампов как горячей, так и холодной штамповки и повышения их износостойкости.

**Ключевые слова:** наплавочные материалы, электроды, штамповый инструмент, классификация штамповых сталей, условия работы инструмента, дефицитные легирующие элементы, твердость, износостойкость, теплостойкость.

**Гринь А. Г., Дудинский А. Д., Марков О. Е. Электроды с алитированным стержнем для наплавки // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Для изготовления инструмента горячего деформирования применяют сплавы, имеющие мартенситную структуру, упрочненную карбидами, или сплавы с интерметаллидным упрочнением. Рабочая поверх-



ность инструмента изнашивается и ее необходимо восстанавливать. В статье рассмотрены особенности наплавки электродами с алитированным стержнем. Алитирование стержней электродов из проволоки Св-08, диаметром 3 мм выполнено в смеси порошков, состоящей из 49% порошка алюминия, 49%  $Al_2O_3$  и 2%  $NH_4Cl$ . Установлено влияние режимов ХТО стержней на изменение толщины диффузионного слоя, содержащего продукты алитирования. С увеличением параметров алитирования – температуры алитирования и времени выдержки – увеличивается глубина алитированного слоя. В результате плавления стержня с заданными свойствами, перемешивания жидкого металла и металлургических процессов, на стадии сварочной ванны, происходит равномерное насыщение наплавленного слоя раствором алюминия и его соединениями. Это обеспечит высокую жаростойкость наплавленного слоя.

**Ключевые слова:** горячее деформирование, электрод с алитированным стержнем, рабочая поверхность инструмента, наплавка.

**Гринь А. Г., Жариков С. В., Залесный Д. И. Совершенствование самозащитной порошковой проволоки для сварки меди со сталью // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Для получения бездефектного сварного соединения меди со сталью, обеспечения необходимого уровня раскисления меди и оптимального соотношения медь / железо в металле шва, перспективным является применение самозащитных порошковых проволок трубчатой конструкции. Осуществлен анализ влияния отдельных компонентов сердечника самозащитной порошковой проволоки для сварки меди со сталью на глубину проплавления стали. Варьирование соотношением содержания газошлакообразующих компонентов влияет на сварочно-технологические свойства проволоки и практически не оказывает влияния на содержание железа в сварном шве. Показано, что в составе порошковой проволоки, предназначенной для сварки меди со сталью эффективно применение экзотермической смеси из оксида меди и порошка алюминия, что значительно повысило однородность состава сварного шва и способствовало увеличению ширины наплавленного валика и уменьшению глубины проплавления.

**Ключевые слова:** сварка, самозащитная порошковая проволока, газошлакообразующий компонент, сварной шов, экзотермическая смесь.

**Гринь А. Г., Трембач Б. А., Трембач И. А. Моделирование силового воздействия породы на башмак корытной мойки // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Осуществлено моделирование взаимодействия башмака горизонтальной корытной мойки с промываемой породой (массой незакрепленного абразива) с помощью программного продукта EDEM на базе метода дискретных элементов. Показано, что взаимодействие абразивной массы с рабочей поверхностью башмака имеет неравномерный характер. Определено, что максимальному износу будут подвержены наиболее удаленные от оси вращения и сдвинутые в обратную сторону направления вращения боковые поверхности башмака, что подтверждается эксплуатационными данными.

**Ключевые слова:** башмак корытной мойки, порода, метод дискретных элементов, износ, ось вращения.

**Гроте К.-Х., Посников Ю., Макаренко Н. А., Гавриш П. А., Шепотько В. П., Бурский В. К. Исследование причин усталостных повреждений сварных узлов металлоконструкции перегружателей «Takraf» // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Целью работы является исследование пролетных балок, в которых обнаружены дефекты и повреждения металлоконструкции. Для установления причин возникновения повреждений выполнен анализ нагруженности узлов металлоконструкций. Особое внимание уделено сварным узлам металлоконструкций, в которых передается силовой поток. Выполнен анализ максимальных нагружений сварных узлов в этих местах. Выполнено компьютерное моделирование нагружений сварных узлов с помощью программы Mav.Structure. Получены графики линий влияния от единичной нагрузки в стержнях 1-6, 1-5, 5-6, 6-7. Выполнена загрузка линий влияния подвижной нагрузкой при перемещении тележки крана. Результаты исследования металлоконструкции перегружателя свидетельствуют о том, что конструктивное оформление сварных швов ребер жесткости нижнего пояса и технология их выполнения не соответствует требованиям к металлоконструкциям, работающим в условиях циклического нагружения.

**Ключевые слова:** усталостные повреждения металлоконструкций, циклическое нагружение, кран-перегрузатель, линия влияния.

**Гулаков С. В., Бурлака В. В., Кулябина А. И. Особенности горения дуги на торце ленточного электрода // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Рассмотрена упрощенная электрическая схема сварочной цепи при дуговой наплавке ленточным электродом, а также условия подвода тока к ленточному электроду. Рассмотрено влияние локального токоподвода на условия формирования ВАХ системы «источник питания – токоподводящие элементы». Определено, что при перемещении дуги по торцу ленточного электрода и локальном подводе тока к нему

величина  $R_{\text{вылет}}$  будет меняться, что, в свою очередь, приведет к колебаниям угла наклона ВАХ системы «источник питания – токоподводящие элементы», отрицательно сказываясь на качественных характеристиках наплавленного слоя. Рассмотрены способы стабилизации режимов наплавки. Описана практическая реализация процесса наплавки ленточным электродом с использованием нескольких токоподводов с определением положения дуги на торце ленты, а также выявление двух- и многодугового режимов наплавки. Описана программа, выполняющая расчет поля потенциала на вылете ленточного электрода.

**Ключевые слова:** наплавка, ленточный электрод, источник питания, ВАХ, токоподвод, стабилизация дуги.

**Доляновская О. В. Влияние сопутствующего нагрева дуговой плазмой при лазерно-плазменном упрочнении стальной поверхности // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

В статье исследованы возможности повышения эксплуатационного ресурса поверхностей трения сталей 38ХНЗМФА и 20Х13 путем применения их сопутствующего подогрева дуговой плазмой непрямого действия в процессе упрочнения лазерным излучением. Показано, что предложенный способ позволяет уменьшить коэффициент трения с 0,25–0,27 до 0,14–0,16 при одновременном увеличении эксплуатационной нагрузки на 25–30%, а также повысить износостойкость относительно основного металла в 3-4 раза. Микроструктуры образцов лазерного и лазерно-плазменного упрочнения исследуемых сталей по глубине состояли из двух зон – переплавленной с бейнитной структурой и упрочненной в твердом состоянии с мартенситной структурой. Количество микротрещин в слоях, упрочненных лазерно-плазменным способом, примерно вдвое меньше, чем на участках, упрочненных лазерным, что свидетельствует о возникновении больших временных напряжений при лазерном упрочнении. Измерения напряжений I рода рентгенофазовым методом показали снижение примерно на 50% уровня остаточных напряжений в упрочненных слоях сталей 38ХНЗМФА и 20Х13 в случае применения комбинированной лазерно-плазменной обработки.

**Ключевые слова:** лазерно-плазменное упрочнение, микротрещины, микроплазма, лазерное упрочнение.

**Жариков С. В., Гринь А. Г., Васильева Л. В. Оптимизация режимов наплавки самозащитной порошковой проволокой с экзотермической смесью // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

В статье исследовано влияние параметров режима наплавки самозащитной порошковой проволоки с экзотермической смесью на характеристики плавления проволок. Используя симметричный некомпозиционный трехуровневый план второго порядка Бокса – Бенкена, получена математическая модель влияния величины сварочного тока, напряжение на дуге, коэффициента заполнения порошковой проволоки и соотношения содержания окислы и алюминиевого порошка в сердечнике на характеристики плавления порошковых проволок: коэффициент наплавки, коэффициент расплавления и коэффициент общих потерь. Для анализа результатов исследования и построения математической модели применена программа Statistica 6. На основе анализа математического описания и графического изображения поверхностей отклика установлена технологически приемлемая область параметров режима наплавки, обеспечивающая получение максимального значения коэффициента наплавки при минимальных потерях электродного металла.

**Ключевые слова:** наплавка порошковой проволоки, коэффициент расплавления, коэффициент общих потерь, сварочный ток, коэффициент наплавки.

**Иванов В. П., Лаврова Е. В. Совершенствование технологии наплавки двумя ленточными электродами // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Исследован процесс управляемого механического переноса электродного металла при наплавке под флюсом двумя ленточными электродами с использованием устройства подачи, обеспечивающим ограничение изгиба электродных лент в пределах интервала упругости. Предлагаемое устройство осуществляет попеременное возвратно-поступательное движение торцов ленточных электродов с оптимальными частотой и амплитудой. Усовершенствована технология наплавки двумя лентами с наложением принудительных механических колебаний. Использование разработанных оборудования и технологии позволяет обеспечить более равномерное распределение тепловой энергии по ширине ленты и контролируемый сброс капель жидкого металла, снизить удельный расход электрической энергии и повысить качество наплавленного слоя.

**Ключевые слова:** ленточные электроды, принудительный механический перенос электродного металла, прогиб ленты, коэффициент расплавления.

**Ковалевский С. В. Анализ образовательных особенностей на примере известных университетских моделей // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

В статье представлен анализ образовательных моделей, принятых в ведущих университетах США, Бразилии, Японии, Австралии и Европы. Эти модели также отражают особенности систем среднего образования и последипломного повышения квалификации. Сравнительный анализ показывает достоинства и

недостатки каждой из принятых моделей. Особо выделены особенности образовательных систем по инженерным специальностям. Показана роль университетов в последующем трудоустройстве выпускников и роль фирм в интегрированной подготовке студентов. Дана оценка мотивационным тенденциям студентов в высшем образовании сравниваемых моделей и бизнес-ориентированному подходу университетов к подготовке будущей рабочей силы в сочетании с потребностями местных компаний. Сформулированы ключевые факторы успеха университетов независимо от страны.

**Ключевые слова:** образовательная модель, инженерная специальность, мотивационные тенденции.

**Кошевой А. Д., Волков Д. А., Кошечая А. А., Голуб Д. М. Исследование теплостойкости и горячей твердости наплавленного металла при восстановлении прессового инструмента горячей обработки металла // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Отмечена проблема недостаточной стойкости штампового инструмента и перспективность использования для наплавки штампового инструмента порошковых проволок. Определено влияние режима термической обработки наплавленного металла штампового инструмента типа 40X12ГВ4ФТ на его горячую твердость и теплостойкость при нормативных условиях эксплуатации. Исследуемый металл 40X12ГВ4ФТ сохраняет высокую горячую твердость при длительном пребывании в области рабочих температур 873–923 К, что свидетельствует о пригодности разработанного состава для наплавки инструмента горячего прессования. Сорбитная структура, свойственная другим режимам термообработки, характеризуется меньшей твердостью, что при более высокой ударной вязкости вызывает снижение износостойкости. Трооститная структура металла проявляет хорошую износостойкость при меньшей ударной вязкости и разгаростойкости. Наиболее полно удовлетворяет эксплуатационным свойствам наплавленный металл, подвергшийся термообработке с шифром 5. Он имеет мартенситную структуру с включениями равномерно распределенных карбидов.

**Ключевые слова:** штамповый инструмент, эксплуатационная стойкость, порошковая проволока, наплавленный металл, термообработка, теплостойкость, горячая твердость, мартенсит, карбиды.

**Калинин Ю. А., Брыков М. Н. Обеспечение качественной сварки износостойких сталей (обзор направлений) // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Рассмотрены новые износостойкие материалы, обладающие повышенной износостойкостью при абразивном изнашивании – высокоуглеродистые низколегированные стали 120Г3 и 120Г3С2 со структурой нестабильного аустенита или феррито-аустенитного бейнита. Показано, что данные стали могут быть перспективны для броневой защиты различных деталей, подверженных интенсивному изнашиванию. Рассмотрено использование высокоуглеродистых низколегированных сталей и чугуна в качестве броневой защиты. Изучено выполнение сварки разработанными электродами, в процессе чего легирование металла шва обеспечивают компоненты электродного покрытия – хром, марганец, азотированный марганец, графит, феррованадий, ферротитан. Рассмотрены результаты разработки сварочных материалов, обеспечивающих в сварном шве структуру хромомарганцевого аустенита с повышенной прочностью и работоспособностью сварных соединений закаливающих сталей, свариваемых без подогрева и термической обработки. Изучено структуру и физико-механические свойства наплавленного металла.

**Ключевые слова:** сварка, абразивное изнашивание, износостойкая сталь, структура.

**Кравченко А. А. Задачи, которые ставит 4-я промышленная революция перед Украиной // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

В данной работе описана среда, в которой предстоит работать будущим инженерам. Намечены перспективные направления подготовки студентов. Всего выявлено девять важнейших технологических достижений: гибкие роботизированные системы, аддитивные технологии, моделирование и симуляция, облако, кибербезопасность, промышленный интернет вещей, дополненная реальность, большие данные и аналитика, а также интеграция вертикальных и горизонтальных систем. Выявлены навыки и инструменты, дающие выпускникам ВУЗов конкурентные преимущества на рынке труда. Данная работа является только первым шагом в направлении повышения качества образования инженеров. Данная тема требует обсуждения в широком кругу собственников, главных специалистов предприятий и преподавателей технических ВУЗов.

**Ключевые слова:** инженер, роботизированная система, моделирование, конкурентоспособность.

**Куций А. М. Влияние количества экзотермической смеси и толщины покрытия высокопроизводительных электродов на тепловые характеристики их плавления // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Рассмотрен вопрос распределения тепла, выделяемого при экзотермической реакции между электродом и изделием. Определен тепловой эффект экзотермической реакции от взаимодействия элементов-

раскислителей с оксидом железа, эффективный к.п.д. нагрева электрода и изделия. Анализ результатов исследований показывает, что увеличение количества наплавленного металла и тепловой мощности дуги при почти одинаковом количестве шлака на пластине показывает, что дополнительный нагрев пластины происходит в основном за счёт увеличения количества электродного металла за один и тот же промежуток времени и за счет увеличения тепловой мощности дуги, с изменением толщины покрытия электродов повышается содержание экзотермической смеси; увеличивается количество тепла и восстановленного железа при протекании экзотермической реакции происходит из-за увеличения тепловой мощности дуги и удельных затрат теплоты на плавление электрода.

**Ключевые слова:** экзотермическая смесь, тепловой эффект, к.п.д. нагрева, электродное покрытие.

**Куций А. М., Волков Д. А. Термодинамическое обоснование состава экзотермической смеси высокопроизводительных электродов для ремонтной сварки // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Рассмотрено преимущество ручной дуговой сварки для ремонтных работ на машиностроительных предприятиях. Рассмотрено повышение производительности высокопроизводительных электродов для ручной дуговой электросварки при использовании эффекта экзотермических реакций, протекающих между окалиной и алюминиевым порошком. Выполнен расчет термодинамических характеристик для реакций взаимодействия оксидов железа и алюминия, с учетом температуры протекания реакций. Расчитана термичность чистых оксидов железа и окислы в зависимости от температуры. Доказано, что при небольшой разнице при тепловыделении, при использовании прокатной окислы вместо окислы от кузнечно-прессового производства восстанавливается большее количество железа, что положительно сказывается на равномерности плавления электродного покрытия и стержня и на качестве наплавленного металла. Показано преимущество выбора в качестве основных компонентов для протекания экзотермической реакции окислы от прокатного производства и алюминиевого порошка.

**Ключевые слова:** высокопроизводительные электроды, ремонтная сварка, экзотермическая смесь, окислы, алюминиевый порошок.

**Лебедев В. А., Лендел И. В. Совершенствование механизированной дуговой сварки и наплавки нержавеющей сталей с импульсной подачей электродной проволоки // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

В работе рассмотрены результаты комплексных экспериментальных исследований сварки-наплавки нержавеющей сталей с применением управляемой импульсной подачи электродной проволоки. Рассмотрен состав установки для реализации автоматического цикла наплавки с необходимым набором датчиков, в том числе и регистрирующие изменяющуюся скорость импульсного движения проволоки, а также энергию, затрачиваемую дугой, на процесс. Проанализированы результаты исследований, среди которых осциллограммы тока процесса и скорости подачи, а также формирование наплавленного валика и глубины проплавления основного металла. Обработаны результаты замеров характеристик наплавленных валиков по макрошлифам. Сделаны выводы о существенном влиянии характеристик импульсной подачи на формирование наплавленного валика и решении задач энерго- и ресурсосбережения.

**Ключевые слова:** анализ, сварка, наплавка, шов, кристаллизация, управление, колебания, частоты,

**Макаренко Н. А. Ремонт и изготовление инструментов для горячей обработки материалов // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Определены основные факторы, влияющие на процесс термоэрозионного разрушения графитизированных серых чугунов и сталей, применяющихся для изготовления формирующего инструмента в стекольном производстве. Дана рекомендация по предпочтительному выбору конструкционного материала при изготовлении стеклянных изоляторов. Разработаны порошковые проволоки для упрочнительной и восстановительной плазменной наплавки чугунных и стальных изделий, работающих в условиях термоциклических нагрузок. Установлены оптимальные режимы наплавки, даны рекомендации по термообработке наплавленного сплава с целью снятия внутренних напряжений. Установлено, что оптимальным наплавочным материалом для восстановления и упрочнения чугунных пресс-форм является металл типа 20H50Д35СР, микролегирование которого выполнялось бериллием. Приведен состав разработанного наплавочного материала для плазма-МИГ наплавки стеклоформирующих инструментов, выполненных из стали 20, испытание которых в производственных условиях показало, что наплавленные стальные пресс-формы выдерживают в 4 раза больше формовок по сравнению с применяемыми в настоящее время пресс-формами, изготовленными из серого чугуна. Разработано две технологии изготовления стеклоформирующего инструмента методом плазменной наплавки с аксиальной подачей порошковой проволоки.

**Ключевые слова:** инструмент для горячей обработки материалов, процесс термоэрозионного разрушения, стеклянные изоляторы, термоциклические нагрузки.

**Макаренко Н. А. Исследование процесса плазма-МИГ наплавки с применением порошковой плющенко и разработка наплавочного материала для восстановления деталей машин // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Изучен характер износа ходовых колес гусеничных тракторов. Даны рекомендации по выбору необходимой структуры наплавленного металла. Установлено, что наиболее эффективным способом получения наплавленного металла заданного свойства является плазменная наплавка с аксиальной подачей порошковой плющенко. Проведены исследования переноса электродного металла при плазменной наплавке с аксиальной подачей порошковой плющенко, с учетом которого и с учетом математического моделирования определены оптимальные технологические режимы изготовления плавящегося электрода, разработан состав его шихты и специализированное наплавочное оборудование. Доказано, что оборудование для процесса плазменной наплавки может базироваться на основе серийных выпрямителей типа ВДУ. Установлено, что величина оптимальных токов плазменных дуг неплавящихся электродов должна находиться в пределах 75–90 А. Установлено, что минимальное разбрызгивание наблюдается при токах плавящегося электрода 460–488А, при этом ток каждого из неплавящихся электродов составляет 75–90 А.

**Ключевые слова:** процесс плазма-МИГ наплавки, порошковая плющенко, наплавочный материал, износ, плазменная дуга.

**Максимов С. Ю., Лендел И. В. Повышение эффективности наплавки путём применения импульсной подачи электродной проволоки // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

В статье рассматриваются результаты исследований влияния параметров импульсной подачи электродной проволоки при электродуговой наплавке на условия формирования валика наплавляемого металла. Приведены результаты сравнения ряда технологических характеристик процесса наплавки при постоянной и импульсной подаче электродной проволоки с частотой импульсов 10–60 Гц и скважностью 1,25–5,0 ед. Показано, что изменение скорости подачи электродной проволоки при постоянных энергетических параметрах процесса наплавки, позволяет влиять на формирование наплавленного валика, количество потерь электродного металла, затраты электроэнергии и санитарно-гигиенические характеристики. Данный результат достигается за счет изменения кинематических условий переноса электродного металла с торца электрода, через дуговой промежуток, в ванну жидкого металла.

**Ключевые слова:** эффективность наплавки, электродуговая наплавка, импульсная подача, кинематические условия переноса электродного металла.

**Махненко О. В., Костеневич Е. С. Математическое моделирование микроструктурных превращений в зоне наплавки патрубковой зоны корпуса реактора ВВЭР-1000// Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

В настоящей работе разработана математическая модель, описывающая температурные поля и изменение микроструктурного состава в материале патрубковой зоны корпуса реактора ВВЭР-1000 в процессе наплавки антикоррозионного слоя. В основу решения нестационарной задачи теплопроводности положен метод конечных элементов. Для описания теплообмена использованы граничные условия конвективного теплообмена. Моделирование превращения аустенита в феррито-перлит и бейнит произведено на основе параметров диаграммы АРА. Показано, что после наплавки в основном материале образуется микроструктура с различным содержанием бейнита и феррито-перлита. Наплавленный антикоррозионный слой имеет аустенитную структуру. Разработанные математическая модель и программные средства могут быть применены для прогнозирования напряженно-деформированного состояния и прочности патрубковой зоны корпуса реактора ВВЭР-1000 при различных режимах эксплуатации с учетом технологической наследственности после проведения наплавки.

**Ключевые слова:** реактор ВВЭР-1000, патрубковая зона, антикоррозионная наплавка, источник тепла, структурные превращения, диаграмма АРА, математическое моделирование.

**Патюпкин А. В. Применение высокоэффективной технологии сварки под флюсом в зазор с использованием гранулированной металлической присадки в нефтяной и газовой промышленности // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Разработана высокопроизводительная технология автоматической сварки под флюсом угловых сварных соединений стенок камер аппаратов воздушного охлаждения за один проход с подваркой корня шва. Данный способ выполняется без разделки кромок в зазор с применением гранулированной металлической присадки. Исследования металла шва и околошовной зоны показали высокое качество сварных соединений. Применение высокопроизводительных методов делает продукцию нефтяного и химического машиностроения на современном европейском рынке конкурентноспособной.

**Ключевые слова:** аппараты воздушного охлаждения, камера, сварка в зазор с применением гранулированной металлической присадки.

**Перемитько В. В., Носов Д. Г., Вершинин М. А. Перспективность формирования наплавкой композиционных слоев с повышенной сопротивляемостью абразивному изнашиванию // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Выявлена возможность получения композиционных слоев путем их формирования при дуговой наплавке по предварительно нанесенному на обрабатываемую поверхность дополнительному материалу. Для случая дискретного, отдельными полосами в направлении обработки, нанесения углеродсодержащего и модифицирующего материалов, определен оптимальный диапазон параметров режима и соответствующие регрессионные зависимости твердости по зонам валика. Как положительный результат, зафиксирована неоднородность состава и перепад твердости материала по ширине нанесенных слоев. Благодаря указанному факту уменьшается проскальзывание деталей, находящихся в контакте, за счет формирования периодической волнистости поверхностей. Максимальный перепад твердости металла между центром и периферией валиков наблюдается при индукции внешнего аксиального магнитного поля до 10–15 мТл.

**Ключевые слова:** наплавка, композиционные материалы, сопротивляемость абразивному износу, материал.

**Пидгурский И. Н. Влияние конструктивных концентраторов напряжений на величину коэффициентов интенсивности напряжений вдоль контуров моделируемых эллиптических поверхностных трещин // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Методом конечных элементов проведено моделирование поверхностной полуэллиптической трещины в призматическом образце под действием растягивающих напряжений. Создана трёхмерная модель образца с глобальной сеткой элементов и модель в области трещины с локальной сеткой. Получены значения КИН К1 вдоль контура тестовой поверхностной полуэллиптической трещины хорошо согласовывающиеся с известными решениями. Приведены значения и сравнительный анализ коэффициентов интенсивности напряжений вдоль контура поверхностной трещины и двух коллинеарных трещин при одноосном растяжении пластин конечных размеров при наличии конструктивного концентратора напряжений и без концентратора, основанный на методе конечных элементов.

**Ключевые слова:** концентратор напряжений, модель, эллиптическая поверхность, трещина.

**Попов С. Н., Грицкевич А. А. Анализ особенностей поверхностного взаимодействия пар трения в условиях сложно-нагруженного контакта // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Изучены особенности и структура механизма разрушения рабочей поверхности ведущего колеса подъёмного гусеничного крана типа Sumitomo Link-Belt LS 418 через детализацию негативного влияния на процессы изнашивания детали рабочих условий промышленных и строительных площадей. Проанализированы особенности приобретаемого износа рабочих органов данной детали с течением времени эксплуатации строительной техники. Выделены основные трибоматериаловедческие факторы для процесса изнашивания рабочих органов ведущего колеса. Предложен метод фиксации наработки деталей и узлов движителя гусеничных машин. Даны рекомендации касательно состава и свойств трибосистемы, на которые целесообразно ориентироваться при разработке технологии восстановления и упрочнения ведущего колеса крана при последующей научной или производственной деятельности по затронутой тематике.

**Ключевые слова:** поверхностное взаимодействие, износ, рабочие органы детали, процесс изнашивания, ведущее колесо.

**Пулька Ч. В., Пидгурский И. И., Сенчышин В. С., Шарык М. В. Исследование технологии индукционной наплавки с использованием механической вибрации // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Приведены результаты исследований технологии индукционной наплавки с наложением механической вибрации в горизонтальной плоскости во время расплавления порошкообразного твердого сплава. Показано, что износостойкость увеличивается в 1,5 раза по сравнению с технологией наплавки без вибрации и достигается за счет благоприятной структуры наплавленного металла. Определено, что наивысшую износостойкость имеет технология индукционной наплавки с наложением механической вибрации в горизонтальной плоскости по сравнению с технологией без вибрации и достигается за счет более благоприятной структуры наплавленного металла. Получены также соотношения оценки параметров вибрации амплитуды  $\alpha$  и частоты  $\omega$ , с помощью которых можно получить желаемую структуру наплавленного слоя металла.

**Ключевые слова:** индукционная наплавка, индуктор, удельная мощность, горизонтальная вибрация, наплавленный металл, структура, износостойкость, амплитуда, частота, карбидные составляющие.

**Размышляев А. Д., Агеева М. В. Исследование прочности стыковых соединений при дуговой сварке с воздействием магнитных полей // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Исследовано влияние управляющих магнитных полей на прочностные характеристики сварных соединений пластин из ферромагнитных сталей при дуговой сварке под флюсом. Установлено, что использование управляющих магнитных полей при дуговой сварке под флюсом стыковых соединений толщиной 4 мм на флю-

соединений позволило повысить прочность сварных соединений на 11,5% при частоте поперечного магнитного поля 12 Гц, без снижения показателей пластичности. При сварке с воздействием продольного магнитного поля показатель прочности повышается на 11,8% без заметного снижения пластичности при частоте 6 Гц. Показано, что при этом также наблюдалось улучшение формирования обратной стороны шва.

**Ключевые слова:** дуговая сварка, поперечное и продольное магнитное поле, индукция магнитного поля, прочность, стыковое соединение.

**Роянов В. А., Захарова И. В. Подготовка специалистов и магистров-сварщиков на базе выпускников колледжей у ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Последовательность среднего и высшего образования подготовки специалистов-сварщиков в ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет». Подготовка специалистов с высшим образованием непосредственно после окончания колледжей соответствует общеевропейскому стандарту и обеспечивает качественную подготовку, соответствующую требованиям промышленности. На кафедре оборудования и технологии сварочного производства ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» в течении последних пяти лет проводится подготовка специалистов и магистров после окончания колледжей на базе младшего специалиста по сокращенной программе в три года. Вопросы обучения согласованы с МОН Украины. Студенты – выпускники колледжей принимают участие в научной работе на кафедре, результаты которой представляют на научных конференциях и конкурсах студенческих работ, занимают призовые места, обучаются в аспирантуре кафедры.

**Ключевые слова:** университет, кафедра, колледж, цикловая комиссия, младший специалист, магистр, стандарт образования, учебный план, образовательно-квалификационный уровень, образовательно-квалификационная программа, учебная дисциплина, научно-исследовательская работа, научные конференции, методическая комиссия, методический совет.

**Савуляк В. И. Бакалец Д. В., Тарасюк В. М. Сочетание процессов сварки и высокотемпературной пайки для изготовления и ремонта металлоконструкций // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Усиление и ремонт участков металлоконструкций с трещинами возможно путем приваривания дополнительных элементов. Такое технологическое решение обеспечивает повышение прочности конструкции, но одновременно приводит к негативному изменению структуры металла в зоне температурного влияния и уменьшению коррозионной стойкости. Один из способов устранения таких недостатков заключается в сочетании процессов сварки и пайки. В качестве паяльного материала для защиты околошовной зоны предложено использовать медь. Вследствие попадания и растворения меди в сварном шве возможно изменение механических характеристик соединения. В работе выполнены исследования влияния содержания меди в шве на ударную вязкость сварных образцов. Установлено, что наличие медных припоев не ухудшает процесс сварки и формирования сварного шва, однако несколько изменяет его механические свойства, в частности, ударную вязкость.

**Ключевые слова:** сварка, пайка, трещины, металлоконструкции, ударная вязкость, сварной шов.

**Сидорец В. Н., Жерносеков А. М., Рымар С. В. Импульсно-дуговая сварка как основа современных технологий сварки плавящимся электродом // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Проведены исследования повышения технологической и энергетической эффективности процесса импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом в защитном газе. Разработаны обобщающие расчетно-аналитические методики. Определены области изменения коэффициента и скорости расплавления электрода при дуговой сварке в зависимости от сварочного тока, его вида и полярности, от температуры капли электродного металла, а также при учете испарения с поверхности капли и подогрева электрода. Исследованы закономерности процесса плавления электрода и выявлены пути увеличения скорости его расплавления за счет применения специализированных импульсных воздействий. Рассмотрены перспективы совершенствования процесса по принципу разделения импульсного теплового и импульсного силового воздействия на металл плавящегося электрода, разработанный в ИЭС им. Е.О. Патона. Установлена эффективность процесса сварки низколегированных сталей и алюминиевых сплавов различных систем легирования многоуровневыми импульсами. Применение такого принципа перспективно также при создании лазерно-дуговых технологий сварки.

**Ключевые слова:** импульсно-дуговая сварка, полярность, плавящийся электрод, эффективность процесса.

**Трофимов А. В., Трембач И. А., Трембач Б. А. Опыт применения импульсно-дуговой сварки алюминиевого сплава АМг5 больших толщин // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Приведены результаты исследований по механизированной сварке металлической конструкции «Шайба» из алюминиевого сплава АМг5 толщиной 90мм. Выбраны оптимальные режимы сварки, изучены свойства полученных соединений. Исследована технология механизированной сварки алюминиево-магниевого сплава

AMg5 большой толщины с использованием современных программно-управляемых инверторных источников питания, которая может успешно применяться для изготовления ответственных сварных конструкций. Разработана технология механизированной сварки для изготовления крупногабаритных толстостенных металлических конструкций «Шайба» из алюминиевого сплава. Рассмотрен уровень деформаций, полученный при сварке металлоконструкций «Шайба», позволяющий в дальнейшем при сварке подобных конструкций снизить себестоимость.

**Ключевые слова:** механизированная сварка, алюминиевый сплав, аттестация технологии сварки, шайба, режимы сварки, свойства соединения, капиллярный контроль, макроструктура.

**Чигарев В. В., Голуб Д. М. Усовершенствование способа изготовления порошковой проволоки // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Отмечена перспективность использования для наплавки штампового инструмента порошковых проволок, указаны их достоинства и недостатки, меры их устранения. Проанализированы известные способы изготовления порошковых проволок. Поставлена задача совершенствования способа изготовления порошковой проволоки для наплавки штампового инструмента с целью обеспечения стабильных сварочно-технологических свойств и сохранения высокой эксплуатационной стойкости наплавленного слоя. При изготовлении проволоки трубчатую заготовку с неуплотнённой шихтой подвергают воздействию однородного аксиально-симметричного импульсного магнитного поля конической формы с индукцией 0,9–1,1 Тл, периодом пульсаций 0,1–1 с и регламентированной формой импульсов. После этого проволоку протягивают через ряд уплотняющих фильер до требуемого диаметра. По предложенной технологии изготовлены опытные порошковые проволоки марок ПП-8Х4ГСВ2М5Ф2Т и ПП-К15М15Н5Х3В2 диаметром 3 мм с оболочкой из ленты сечением 0,5x18 мм из стали марки 08кп. Коэффициент заполнения во всех случаях находился в пределах  $K_z = 0,45–0,47$ . Производственные испытания показали высокие сварочно-технологические свойства порошковых проволок указанных марок. Средние значения относительной износостойкости металла, наплавленного опытными проволоками, превышают на 7–11 % аналогичные значения для порошковых проволок, изготовленных по традиционной технологии.

**Ключевые слова:** наплавочные материалы, порошковая проволока, равномерность плавления, способ изготовления, эксплуатационные свойства.

**Шелягин В. Д., Сиора А. В., Бернацкий А. В., Шуба И. В. Исследование структуры и механических свойств сварных соединений, выполненных лазерной сваркой на стали 09Г2С в разных пространственных положениях // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

В работе исследованы особенности структуры и механические характеристики стыковых сварных соединений, полученных путем лазерной сварки корневых швов газопроводов в различных пространственных положениях. Заготовки были изготовлены из стали 09Г2С. Показано, что в исследованных швах формировалась мелкозернистая смесь различных типов феррита, в частности, превосходящими фракциями были игольчатый феррит и внутризеренный полигональный феррит. Также в швах было обнаружено значительное количество частиц межзеренного полигонального феррита с участками бокового пластинчатого феррита. Объем закалочных структур (в частности, бейнита) в металле швов невелик. В результате, указанные изменения структуры, влияющие на показатели ударной вязкости металла швов, которые существенно возрастают.

**Ключевые слова:** лазерная сварка, технологические режимы, трубная сталь, корневой шов, пространственные положения, стыковые сварные соединения, структура, механические характеристики.

**Шелягин В. Д., Шуба И. В., Бернацкий А. В., Сиора О. В. Разработка инструмента для лазерной ручной сварки стальных изделий в разных пространственных положениях // Вестник ДГМА. – 2016. – № 2 (38).**

Выполнена разработка инструмента для ручной лазерной сварки. Благодаря компактному размеру разработанного инструмента ручной лазерной сварки конструкций может выполнять один человек. Малый вес разработанного инструмента позволяет выполнять сварку конструкций в различных пространственных положениях. Были проведены металлографические исследования и механические испытания полученных сварных соединений. Они показали, что уровень характеристик сварных соединений, полученных лазерной ручной сваркой не ниже уровня характеристик сварных соединений, полученных с помощью автоматической лазерной сварки. В дальнейшем планируется проводить концептуальные усовершенствования разработанного устройства. В частности, путем установки системы автоматического распознавания положения сварочного стыка. Это свидетельствует о перспективности использования разработанного инструмента для решения задач ручной лазерной сварки сталей в различных отраслях промышленности, таких как вагоностроение, судостроение, химическая промышленность, авиакосмическая промышленность и других.

**Ключевые слова:** ручной инструмент, лазерная сварка, разработка конструкции, нержавеющая сталь, сварные соединения, структура, механические характеристики.



## ABSTRACTS

---

### TECHNICAL SCIENCES

**Abieieva M. V., Zabara A. S. Influence of longitudinal magnetic field on arc submerged surfacing process efficiency of metallurgical equipment // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The longitudinal magnetic field influence on the surfacing productivity and the bead geometrical dimensions in arc surfacing with wire SK 742N-SK is investigated. It was established experimentally that the application of continuous, or 50 Hz longitudinal magnetic field during submerged arc surfacing with wire SK 742N-SK allows to reduce the base metal penetration of almost 2 times, the share of base metal in the weld in 2 times and increase the surfacing process productivity on 42–54 %. The expediency of longitudinal magnetic field application at surfacing with wire SK 742N-SK of metallurgical equipment parts, in particular, rollers machines continuous casting is shown.

**Keywords:** arc surfacing, longitudinal magnetic field, magnetic field induction.

**Abhari P.B. Power mode of radial extrusion process with mandrel in multiple ram // Processing materials by pressure // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The radial extrusion process of flange form with mandrel in multiple ram is considered. The investigation of stress strain state in this process with finite element method by QForm software program is determined. During the simulation process, meshing process, strain and stress intensity are obtained. The investigation results are shown that stress intensity distributed equally in form of flange because in this area structure of material is deformed completely. The maximum strain value is on line of contact between the billet and matrix along the axis of the flange form. Also in this paper, diagrams of power mode parameters in radial extrusion process with multiple ram are presented.

**Keywords:** radial extrusion, strain intensity, stress intensity, finite element method, multiple ram, force.

**Aliieva L. I. Criteria deformability and their possible use in metal forming problems // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The aim of investigation is the analysis of using possibility phenomenological criteria deformability for plasticity resource assessment in technological problems of plastic deformation. It is considered that failure criteria based on the scalar representation damage give the same results of limit strain calculation for cases where the state of stress is constant. In cases where the deformation path is functions to limit the amount of strain affects the first and second derivatives from the state of stress indicators. In this case, it sets the field changes in this index that the coefficient influences on the plasticity deformation history reaches the maximum value.

**Keywords:** indicators of stress state, plastic forming, phenomenological criteria of deformability, the estimation of a resource of plasticity, failure criteria.

**Belik A. G. Regulation of the mass transfer of electrode metal during surfacing powder tapes // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

Investigations of the influence of fluoroplastic-4 supplements the process of mass transfer of electrode metal during surfacing powder tapes. The possibility of sealing the core in powder tape shell of the addition of a polymer to regulate the transfer of electrode metal during surfacing. In Example fluoroplastic-4 proved its effectiveness in the administration of powdered cores ribbon where it exerts its properties are easily compressible component and increases up to 50% when heated.

**Keywords:** powder tape, surfacing, shell, core, mass transfer.

**Berezhnyi S. P., Kulykovskiy R. A., Kapustian A. E., Kurtov O. A. Research of the ingot surface formation at ESR with a low coefficient of mold filling // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The peculiarities of the ingot formation at electroslag remelting (ESR) with a low coefficient of mold filling are examined. The feasibility of producing ingots with quality side surface with a minimum size of corrugations at remelting of the consumable electrode with split main part with the coefficient of mold filling equal to 0,22 is shown. The effect of start part construction of the consumable electrode on the bottom forming at the solid start was studied. The mechanism of the flux melting was analyzed. Data obtained and recommendations regarding the leading of solid start process make possible (let) to reduce the size of the bottom waste ingots by 50 %. Based on these data, the consumable electrode construction was designed and recommendations on the ESR process with a low coefficient of mold filling were made, expanding the technological capabilities of the equipment were designed.

**Keywords:** ingot, electroslag remelting, the fill factor of the mold, a consumable electrode.

**Boyko I. A. Increasing of homogeneity of weld metal at manual welding and surfacing of Hadfield steel // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The article considers the influence of carbonization component at welding and surfacing of high-manganese steel 110Г13 type. Studies have shown that an increase of carbon content in the electrode rod from 0,08% to 0,8% increase carbon content is in drop from 0.3% to 0.97% with a content in the weld metal of 1,1%. Experimentally proved that the drop assimilation of manganese increases with the carbon content of the rod, which is associated with an increase in the interaction time coverage and drops, as cover sleeve is not showered in a bath and bares the electrode end. This is achieved by reducing the amount of graphite in the coating. Use of carbon steel (60S2, 65G, 70, U8A et al.) for the manufacture of rods of coated electrodes for welding of steel 110G13 will improve the performance of homogeneity of weld metal, to reduce the likelihood of crack formation and improve health indicators.

**Keywords:** Hadfield steel, coating melt, hot crack, carbon steel, the homogeneity of the weld metal, carbon transition.

**Boyko I. A. Study of tungsten, cobalt and vanadium effect on the hardness of the surfaced layer with a basis of X12 // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The work is devoted to study and research the effect of tungsten, cobalt and vanadium on the hardness of the deposited layer with a basis of X12 type at normal and increased temperatures. It was performed experiments on samples of self-shelded flux cored wire. The data, treated in the application program Statistica 6.0., Described hardness at normal and increased temperatures for this class of steel. It is proved that the most significant influence on the hardness of the X12 type weld metal has tungsten and vanadium. Adding cobalt considerably increases the hardness of the steel type 40X12B4Φ at high temperatures, It influences on a grain of tungsten carbide. To save not high hardness at normal temperature and increase it at high temperature recommended composition 4X12B4K2Φ type weld metal.

**Keywords:** high-chromium steels, martensite hardenability, the initial hardness, hot hardness, carbonitride hardening.

**Bondarev S. V. Optimization of hydrophobic coatings of welding electrodes // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

One of the most important issues to be addressed in the design of the electrodes with the basic coating is to improve the weldability and decrease the concentration of hydrogen in the weld metal by preventing the absorption of moisture by using non-hygroscopic raw materials. The most promising direction in the development area can be hygroscopic protective coatings for welding electrodes, preventing the absorption of moisture from the air during storage and transportation. The use of such coatings will not only improve the weldability of the electrodes, but also significantly reduce the cost of electricity during the welding operation by eliminating pre-baking required to remove absorbed moisture before welding. Designed and optimized the composition of non-hygroscopic coating of welding electrodes, welding and enhancing the technological properties of the electrodes and electrode coating prevents moisture during storage and transportation. The adequacy of the model was tested on the points in the field of the minimum values of the diffusion of hydrogen content.

**Keywords:** welding, protective coating, welding electrode, absorption of moisture.

**Bondarev S. V. Investigation of the effect of humidity of electrode materials on the process of slowed fracture of welded joints // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

When welding critical metal, there is a problem associated with an increased tendency of weld metal to cold cracking. One of the theories describing the mechanism of slowed fracture of steel, i.e. cold cracking, is the "hydrogen" theory. One of the main factors influencing the formation of cold cracks are hydrogen content in weld metal after welding, which depends on the concentration of hydrogen in the protective environment and original hydrogen content in the main and electrode metal. Investigations of the influence of moisture in the environment and in electrode coatings on the hydrogen content in the deposited metal and tendency of the deposited metal to cold cracking were conducted. To test the effect of welding conditions, particularly humidity, an environmental chamber was used in our research. The usage of electrodes coated with a protective polymer coating allows to obtain water-resistant electrodes with the desired properties and to reduce energy consumption of production.

**Keywords:** welding, electrode material, cold cracks, steel.

**Vlasov A. F. Electrodes with the exothermic mixture in coating for low carbon steels welding // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

Wide range of electrodes is used for welding. However, their productivity is rather low – up to 2,7 kg / h, and their melting coefficient does not exceed respectively, 8,5–10,0 g/A·h and 13–15 m/h. One of ways of increasing productivity of hand arch welding is using the effect of exothermic reactions by means of adding in the content of used materials some exothermic mixtures in the form of corresponding oxidizers and deoxidants, under heating and melting of which exothermic processes proceed till fusion of an electrode core. It has been proved that in case of entering scale electrodes into coating within 58% in comparison with electrodes containing the same amount of iron powder, the electrode melting rate increases by 18–20%, mass speed of coating melting – by 31–34% and the coefficient of electrode

melting – by 11–14% (smaller values relate to the magnitude of welding current 250 A, and large – 290 A). While increasing the thickness of the electrode coating containing 44.4% of exothermic mixture from 0,5 to 3,3 mm compared with electrodes containing the same amount of iron powder in a ( $K_n = 1,2$ ), the electrode melting rate increases by 27–31% , mass speed of coating melting by 25–31%, the coefficient of electrode melting by 26–36% (smaller values relate to the magnitude of the welding current 250 A, and large – 290 A).

**Keywords:** electrodes, exothermic mixture, low carbon steel, oxide.

**Vlasov A. F., Kuschiy A. M. Research of the process of melting electrode with exothermic mixtures in coating // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

Experimental methods proved that adding exothermic mixtures to electrode coatings within 53,4% leads to increasing the following coefficients: the rod melting ( $\alpha_{r.st} = 8,7-11,4$  g/A·h), surfacing ( $\alpha_n = 8,0-12,5$  g/A·h), electrodes melting rate (17–23 m/h) and melting of electrode coating (0,4–0,6 g/s). Increasing the thickness of electrode coating containing 44,4% of exothermic mixtures from 0,5 to 2,6 mm ( $K_n$  change from 0,17 to 1,14) leads to: increasing amount of exothermic mixtures (3,9–27,4g) and deposition rate (10,4–13,4 g/A·h), reducing the coefficient of rod melting (12,8–10,5 g/A·h), increasing the mass speed of coating melting ( 0,18–1,03 g/s). Adding exothermic mixtures to electrode coating increases the rate of electrodes melting due to: heat generated by the exothermic reaction (0–11,5%); reducing costs of melting gaz-slag-forming parts of coating and improving technological characteristics of the arc.

**Keywords:** welding, exothermic mixture, electrode coating , arc, the rate of rod melting .

**Volkov D. A, Vlasov A. F., Shevtsov S. A Selection of the optimal conditions of the welding of electrodes with exothermic mixtures in coating // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The article describes an integrated approach to defining the interdependence between parameters of the mode of manual arc welding and characteristics of the melting of electrodes with exothermic mixtures in coating with the help of mathematical statistics apparatus. A mathematical model was developed and regression equations describing it were built. Optimal parameters of the manual arc welding mode, providing maximum deposition rate with minimal losses of electrode metal, were determined on the basis of the analysis of the model. It was defined that adding quartz sand, perovskite concentrate, wollastonite, vermiculite concentrate and rutile doesn't influence characteristics of the electrode melting. At the same time, indicators of the electrode melting differ slightly. Obviously, this is a characteristic feature of the electrodes melting with exothermic mixtures in coating.

**Keywords:** electrode, exothermic mixture, deposition rate, mathematical model, regression equations.

**Gaidamak O. L., Savuliak V. I. Research of the properties of coatings designed with the help of cold gas-dynamic spraying of powder PA-4 // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

Results of the researches of cold gas dynamic spraying of powder PA-4 on the steel surface are represented. It was established, that with increasing deposition temperature up to 320 to 460 ° C powder utilization rate increased from 8 to 42,5%, while strength on shift of a coating figure with substrate decreased from 5,79 to 2,55 MPa, and the porosity of coating increased from 41 to 58%. The received coatings can be used to create filters of fine purification for gases and liquids with through-pore size of 60–100 microns, and to develop surface layers of friction p ferritic airs retaining lubricants.

**Keywords:** cold gas-dynamic spraying, PA-4 Floor, strength, porosity, coefficient of powder usage.

**Galzow I. A. , Kalenskaya A. V. , Gedrovich A. I. Automatic welding of the plated steel with complex impact on the welding pool metal // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

Application of the electrodes and wires with the increased content of alloying elements, particularly nickel, compensating dilution of austenitic weld metal seam by ferritic metal and possessing the blocking action of the reactive carbon diffusion from the steel which is less alloyed in more alloyed, is studied. It was found that low-frequency vibrations, improve mixing austenitic-ferritic seam, evenly distribute the entered macrorefrigerator in the volume of the welding pool metal, reduce pro-melting of the base metal. The usage of the integrated method of arc welding, as it was determined, allows to increase the cross-sectional area of the welded roller thus reducing the number of passes in the process of forming compounds, without increasing running energy of welding, and provides high-quality, austenitic-ferritic structure of welded rollers and cladding layers.

**Keywords:** plated steel, macrorefrigerator, vibration, austenitic, ferritic, welding flux, hopper feeder, welding wire, welded roller, ceramic roller, deposition rate.

**Golub D. M. Analysis of the materials of improving the durability of punching tools of cold deformation // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The classification of die steels, depending on the operating conditions, chemical composition, structure, and operational properties is represented. A number of existing die steels of various hardening systems is analysed. The metal built up with the electrodes ЭШ-60М possesses the highest hardness, heat resistance and stable properties among various surfacing materials free of highly deficit tungsten or cobalt . Electrodes ЦН-5, НЖ-2 and III-1, which are intended for cold forming dies, as well as electrodes ЦН-4 and ЭШГ-50, which are intended for hot trim dies, provide metal of low hard-

ness in its initial state and do not provide necessary heat resistance. Metal, containing a significant amount of tungsten or tungsten and cobalt, obtained in the process of surfacing by electrodes O3III-1, O3III-4 and O3II-5, has high hardness and heat resistance, but because of its high cost and deficiency of these elements it isn't perspective. A metal with the low content of tungsten, received in the process of surfacing by electrodes O3III-3, which are used for both hot and cold surfacing and increasing their wear resistance, differs in high hardness and good heat resistance.

**Keywords:** surfacing materials, electrodes, punching tool, classification of die steels, tool operating conditions, deficit alloying elements, hardness, wear resistance, heat resistance.

**Grin A. G., Dudinskiy A. D., Markov O. E. Electrodes with aluminised core for surfacing // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The alloys having a martensitic structure hardened by carbides or alloys with intermetallic hardening are used for manufacturing hot deformation tools. The working surface of a tool wears out and it must be restored. The surfacing of electrodes with aluminised core is analysed in the article. The aluminizing of electrode rods from wire SV - 08, diameter 3mm was made in the powder mixture consisting of 49% aluminium powder, 49% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and 2% NH<sub>4</sub>Cl. The influence of the modes of HTO rods on changing the thickness of the diffusion layer, containing products of aluminizing, is determined. With increasing the aluminizing parameters - aluminizing temperature and exposure time - the depth of the aluminised layer increases. As a result of melting of the rod with the desired properties, mixing liquid metal and metallurgical processes on the welding pool stage, there is a uniform saturation of the deposited layer with a solution of aluminum and its compounds. This ensures high heat resistance of the deposited layer.

**Keywords:** hot deformation, the electrode with alteromonas rod, working surface of a tool, welding.

**Grin A. G., Zharikov S. V., Zalesny D. I. Improving self-shielded powder wire for welding copper with steel // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The use of self-shielded powder wire tubular construction for defect-free welded jointed with copper steel, ensuring the necessary level of copper deoxidation and the optimum ratio in copper / iron in the weld metal is promising. The impact analysis with an individual component of the core self-shielded powder wire for welding copper with steel on the penetration depth in steel is implemented. Variation content ratio in the gas and slag - forming components affects the welding - technology wire characteristics and virtually has no impact on the iron content in the weld. It is shown that in the composition of the cored wire for welding copper with steel application on exothermic mixture of copper oxide and aluminum powder is effective, which greatly increases uniformity of the weld composition and the contributes to an increase in the width of the deposited bead, and the decrease in the depth of penetration.

**Keywords:** welding, self shielded flux cored wire, gas-slag-forming component, a weld, exothermic mixture.

**Grin A. G., Trembach B. A., Trembach I. A. Modelling of force impact of rock on the shoe of washtub // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The interaction modeling of the shoe in horizontal washtub with washed rock (loose abrasive bulk) by EDEM software product based on the discrete element method is implemented. It has been shown that the interaction of abrasive bulk with the working surface in the shoe has been uneven. It is specified, that the lateral surfaces of the shoe, farthest from the rotation axis and shifted in reverse rotation direction, are exposed to maximum abrasion, which is confirmed by the operational data.

**Keywords:** shoe pile of washing, the breed, the method of discrete elements, the wear, the axis of rotation.

**Grote K.-G., Posnikov J., Makarenko N., Gavrisch P., Schepotko V., Burski V. Research of the causes of fatigue damages of metal structure welded assemblies of loading cranes «Takraf» // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The work purpose is the research of flying beams where defects and damages of a metal structure are found. To establishment the reasons emergence in damages has been analyzed the loading knots of a metal structure. The special attention is paid to welded knots where the power stream is transferred. The analysis of the maximum loadings in welded knots in these parts is made. Computer modeling of loadings in the welded knots by means Mav.Structure program is executed. Schedules of influence lines are received from single loading in cores 1-6, 1-5, 5-6, 6-7. Loading the influence lines is executed by mobile loading when moving the cart in the crane. Results of research metal structure demonstrated the constructive registration of welded seams stiffening ribs in the lower belt and technology doesn't conform to requirements in the conditions of cyclic loading.

**Keywords:** fatigue damages of a metal structure, cyclic loading, loading crane, of influence line.

**Gulakov S. V., Burlaka V. V., Kulyabina A. I. Features arcing at the strip electrode end // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

A simplified circuit diagram in the welding circuit arc surfacing with strip electrode, and the current supply conditions to the strip electrodes. The local electrical power influence on the conditions formation the CVC "power supply - current-carrying elements. It was determined that by moving the arc over the face strip electrode and the local current supply to it the value Rvyet will change that, in turn, will lead to fluctuations in the angle of the CVC "power

supply - current-carrying elements of the " system, adversely affecting the quality characteristics of the deposited layer. The stabilizing methods are the cladding modes. We describe the practical implementation of the process on surfacing with strip electrode by using multiple current leads to the definition on the arc position arc at the end of the tape, as well as the identification of two and Multihead cladding modes. The program that performs calculation of field capacity at radius of the strip electrode has been described.

**Keywords:** welding, strip electrodes, power supply, current-voltage characteristics, current lead, the arc stabilization.

**Dolyanovskaya O. V. Effect of concomitant heating of the plasma arc in the laser-plasma hardening steel // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The article explored the possibility of increasing operational lifetime in friction surfaces steel 38HN3MFA 20H13 and through the use of concomitant plasma arc heating indirect action in the process of strengthening the laser radiation. It is shown the proposed method can reduce the coefficient of friction of 0.25...0.27 to 0.14...0.16 while increasing the operational load on the 25...30%, and increase durability relative to the base metal to 3-4 times. Microstructures of samples laser and laser-plasma strengthening steels studied in depth consisted of two zones – with melted structure and strengthened in the solid state of martensitic structure. Number of cracks in the layers of reinforced laser-plasma method, about half that of areas, strengthened laser, indicating the emergence of more temporary stresses laser hardening. Measurement of stress and kind of X-ray showed a decrease by approximately 50% of residual stresses in the layers of reinforced steel and 38HN3MFA 20H13 in the case of combined laser-plasma treatment.

**Keywords:** laser-plasma hardening, cracks, mikroplazma, laser strengthening.

**Zharikov S. V., Grin A. G., Vasilyeva L. V. Optimization of surfacing modes by self-shielded powder wire with exothermic mixture // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The influence of surfacing mode parameters in self-shielded power wire with exothermic mixture on the melting characteristics of wires is investigated in the article. By using symmetrical non-compositional three-level plan in the second order Box - Behnken, a mathematical model of influence of welding current, arc voltage, powder wire duty ratio and the ratio of the content of dross and aluminum powder in the core on the characteristics powder wires melting: the surfacing coefficient, the melting coefficient and the general losses coefficient were obtained. To analyze the investigation results and mathematical model construction, Statistic 6 program has been applied. Based on the analysis of mathematical formulation and graphic pictures on the response surfaces, technologically acceptable area the surfacing mode parameters is determined, which provides the maximum value production on the surfacing coefficient with minimal losses of electrode metal.

**Keywords:** surfacing flux-cored wire, the rate of melting, the ratio of the total losses, the welding current, the deposition rate.

**Ivanov V. P., Lavrova O. V. Improving the two strip electrodes surfacing technology // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The process of electrode metal mechanical transfer during surfacing submerged two strip electrodes using a feeder for limited bending of electrode strips within the elastic range have been investigated. The device performs alternating reciprocating ends of the strip electrodes with optimum frequency and amplitude. The two strip electrodes surfacing technology with the imposition of forced mechanical vibrations were improved. Using developed equipment and technology allows to providing a more uniform heat distribution over the width tape and controlled discharge of molten metal droplets, to reduce the specific consumption of electric energy and improve the quality of the deposited layer.

**Keywords:** strip electrodes, forced mechanical transfer of electrode metal, strip sag, melting rate.

**Kovalevskyy S. V. Analysis of educational features on the example of the famous university models // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The article presents an analysis of the educational models adopted in the leading universities of the USA, Brazil, Japan, Australia and Europe. These models also reflect the characteristics of secondary education systems and post-graduate training. The comparative analysis shows the advantages and disadvantages where such models adopted. Features in educational systems in engineering are been highlighted. The role of universities in the subsequent employment of graduates and the role of businesses in the integrated training of students. The estimation of motivational tendencies of students in higher education compared models and business - oriented approach to the training of future university workforce, combined with the needs of local companies. The key success factors of universities, regardless to the country have been formulated.

**Keywords:** educational model, engineering profession, motivational tendencies.

**Koshevoy A. D., Volkov D. A., Koshevaya A. A., Golub D. M. Research of heat resistance and hot hardness of the of the deposited metal when restoring hot forging toolmetal forming // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

There was a problem in insufficient stability of punching tools and the perspectives for the use of welding flux-cored wires punching tools. The influence on the heat treatment mode in deposited metal of stamping tool such as 40X12ГБ4ФТ on the hot hardness and heat resistance at standard conditions. The investigated metal 40X12ГБ4ФТ retains a high hot hardness for longer stays in the operating temperature 873...923 K, which indicates the suitability in the developed structure for surfacing tool hot pressing. Sorbitol structure, typical for other heat treatment regimes, characterized by a lower hardness, which at higher impact strength causes a decrease in wear resistance. Tootsie metal structure exhibits good wear resistance at less toughness and height resistance. The most fully meets the performance characteristics the deposited metal, which has undergone heat treatment with the code 5. It has a martensitic structure with inclusions evenly distributed carbides.

**Keywords:** punching tools, operational resistance, flux-cored wire, deposited metal, heat treatment, heat resistance, hot hardness, marten site, carbides.

**Kalinin Y. A., Brykov M. N. Providing high-quality welding of wear-resistant steels (review areas) // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The new wear-resistant materials with high resistance under abrasive wear - high-carbon low-alloy steels 120G3 and 120G3S2 with the structure of unstable austenite or ferrite-austenitic bainite are considered. It has been shown that these steels can be promising for the armor protection of various parts that are subject to intense wear. The use of high- carbon low-alloy steels and cast iron as armor protection are considered. The performance of the welding by the designed electrodes, during which the weld metal alloying components provide an electrode coating - chromium, manganese, manganese nitride, graphite, ferrovandium, and ferrotitanium is studied. The results of the development of welding materials providing structure in a weld chromium-manganese austenite with high strength and workability of welded joints of hard steels, welded without preheating and heat treatment are considered. The structure and physical-mechanical properties of the weld metal are studied.

**Keywords:** welding, abrasive wear, wear-resistant steel, structure.

**Kravchenko A. A. Challenges facing Ukraine in relation to the 4th Industrial Revolution // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

This article describes the environment in which future engineers will work. Also in this article promising directions of students' training are described. On the whole, nine key technological achievements were discovered: Autonomous Robots, Additive Manufacturing, Simulation, the Cloud, Cybersecurity, the Industrial Internet of Things, Augmented Reality, Big Data and Analytics, Horizontal and Vertical System Integration. Skills and tools that give graduate students competitive advantages in the labor market were revealed. This article is only a first step towards improving the quality of education of engineers. This topic needs discussing in a broad range of owners, chief specialists of companies and teachers of technical high schools.

**Keywords:** engineer, robotic systems, simulation, competitiveness.

**Kushchiy A. M. The influence of quality of exothermic mixture and thickness of high-performance electrodes coating on their melting thermal characteristics // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The heat distribution problem released by the exothermic reaction between the electrode and the workpiece is considered. Heat effect of exothermic reaction caused by the interaction of deoxidizing elements with iron oxide, the effective heat efficiency of the electrode and the article are revealed. Analysis of research results shows that the increase of the amount of weld metal and heat output of the arc with nearly the same number of slag on the plate indicates that additional heating of plate is mainly due to the increase in the number of electrode metal for the same period of time and to the increase of the thermal capacity of the arc ; with a change in the electrode coating thickness the content of the exothermic mixture increases; increase in the amount of heat and reduced iron when exothermic reaction is due to increased thermal capacity of the arc and the specific cost heat of melting of the electrode.

**Keywords:** exothermic mixture, thermal effect, efficiency heating, electrode coating.

**Kushchiy A. M., Volkov D. A. Thermodynamic substantiation of the exothermic composition of the mixture of high-performance electrodes for repair welding // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The advantage of manual arc welding for repair work on the machine-building enterprises is considered. The increase of productivity of high-performance electrodes for manual arc welding with the use of the effect of the exothermic reactions occurring between the dross and aluminum powder is considered. The calculation of the thermodynamic characteristics for interaction reactions of iron and aluminum oxides, taking into account the temperature of the reactions is made. The thermal state of pure iron oxides and dross depending on the temperature is calculated. It is proved that with a little difference under heat dissipation when using mill scale instead of forging and pressing production scale more iron is recovered, having a positive effect on the uniformity of the melting electrode coating and the rod

and the quality of the weld metal. The benefits of choice as the main components for the exothermic reaction of the scale from rolling mills and aluminum powder are shown.

**Keywords:** high performance electrodes, repair welding, exothermic mixture, scales, aluminum powder.

**Lebedev V. A., Lendel I. V. The improvement of the mechanized arc welding and surfacing of stainless steels with pulsed feed of electrode wire // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The results of experimental complex studies of welding and surfacing of stainless steels with a controlled pulsed feed of electrode wire are discussed in the paper. Considered The installation composition to implement automatic welding cycle with a necessary set of sensors including a speed changing register of pulse wire movement and consumed arc process energy. The results of the studies, including the current process and the flow rate waveforms, as well as the formation of the weld bead and the depth of penetration of the base metal are analyzed. The results of characteristic measurements of deposited beads on macrosections are processed. Conclusions on significant influence of pulsed feed characteristics on the formation of the deposited bead and objectives of saving energy and resources are made.

**Keywords:** analysis, welding, surfacing, joint, crystallization control, vibration frequency.

**Makarenko N. A. Repair and manufacturing of the tools for hot working of materials // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The main factors influencing the thermal erosion destruction process of graphitic gray cast iron and steel used for forming tools in the glass industry manufacture are defined. The recommendation on the preferred construction material choice in the glass insulators manufacture is given. The cored wires for hardening and reducing iron and steel products plasma deposition, working in thermal cyclic loads conditions are developed. The optimum welding modes are defined. The recommendations on welded alloy heat treatment for the stress relief purpose are given. It was found that the optimal coating material for cast iron mold recovering and hardening is a metal of 20N50D35SR type which is microalloyed with beryllium. It shows the developed filler material composition for plasma-MIG welding of glass forming tools made of steel 20. The test in production conditions showed that the deposited steel molds withstand 4 times more moldings in comparison with the currently used molds made of gray cast iron. Two glass-blowing manufacturing tools for plasma deposition technologies by method with an axial cored wire feeding are developed.

**Keywords:** tools for hot working of materials, process thermal erosion destruction, glass insulators, thermal cyclic loadings.

**Makarenko N. A. Study of plasma-MIG welding with powder wire of a flat cross-section and the development of filler material to restore the machine parts // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The character of wear of running wheels of caterpillar tractors is studied. The recommendations on the choice of the necessary structure of the weld metal are given. It was found that the most effective way of obtaining weld metal of the specified property is plasma surfacing with axial powder feed of wire of a flat cross-section. The studies of electrode metal transfer during plasma surfacing with axial powder feed of wire of a flat cross-section, taking into account the mathematical modeling of determination of optimum technological modes of manufacturing of consumable electrode are conducted. The composition of its charge and specialized surfacing equipment are designed. It is proved that the equipment for the process of plasma deposition can be based on the basis of serial rectifier of VDU type. It is found that the value of the optimum current plasma arc non-consumable electrodes must be placed within 75–90 A. It is found that the minimum spatter observed at currents of consumable electrode 460–488A, and the current of each of the non-consumable electrode is 75–90 A.

**Keywords:** process of plasma-MIG welding, powder wire of a flat cross-section, surfacing material, wear, plasma arc.

**Maksimov S. J., Lendel I. V. Improving the efficiency of deposition by applying a pulsed wire feed of electrode wire // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The article deals with the study of the influence of pulse feed parameters of electrode wire under GMA surfacing on the conditions of the deposited metal bead formation. The results of the comparison of a series of technological characteristics of surfacing process with continuous and pulse feed of electrode wire with a pulse frequency of 10-60 Hz, and duty cycle of 1,25–5,0 units are presented. It is shown that a change of feed speed of electrode wire at the constant power surfacing parameters makes it possible to influence the formation of the deposited bead, the amount of losses of electrode metal, electricity consumption and sanitary characteristics. This result is achieved by changing the kinematic conditions of electrode metal transfer from the electrode tip into the molten metal pool through the arc gap.

**Keywords:** efficiency of welding, electric arc welding, pulsed feed, the kinematic conditions of electrode metal transfer.

**Mahnenko O. V., Kostenevich E. S. Mathematical modeling calf structure jet transformations in the reactor pressure vessel welding zone VVER-1000 // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

In this paper, there is a mathematical model describing the temperature fields and the microstructural change in the composition of the material of the reactor vessel jet zone VVER-1000 in the deposition of anti-corrosion layer. The basis of the solution of non-stationary heat conduction problem is the method of finite elements. To describe the heat we used the boundary conditions of convective heat transfer. Modeling the transformation of austenite to ferrite-pearlite and bainite is produced by ARA chart parameters. It is shown that after welding a base material formed with different content of microstructure of bainite and ferrite-pearlite. Deposited anticorrosive layer has an austenitic structure. The developed mathematical model and software tools can be used to predict the stress-strain state and strength jet zone VVER-1000 at various modes of operation, taking into account technological heredity after surfacing.

**Keywords:** reactor VVER-1000, jet area, anticorrosive cladding, heat source, structural transformation, chart ARA, mathematical modeling.

**Patjupkin A. V. Application of high-performance welding technology submerged into the gap with a granular metal additives in the oil and gas industry // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

We developed high technology automatic submerged arc welding arc welded joints of walls of the chambers of air coolers in a single pass with jelly root. This method is performed without cutting edges into the gap with granular metal additives. Studies of the weld metal and heat affected zone showed the high quality of welded joints. The use of high-performance methods make the products of petroleum and chemical engineering in the modern competitive European market.

**Keywords:** air cooling chambers, welding the gap with granular metal additives.

**Peremit'ko V. V., Nosov D. G., Vershinin M. A. Prospects of forming composite cladding layers with high resistance to abrasion // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

There is the possibility of composite layers by their formation in arc surfacing on the previously applied onto the surface of additional materials. For the case of discrete, individual stripes in the machine direction, and applying the modifying carbonaceous material optimum range defined mode setting, and the respective regression depending hardness zones roller. As a positive result, fixed composition heterogeneity and differential hardness of the material on the width of the deposited layers. Due to the fact the specified reduced slippage parts in contact, by forming a periodic waviness surfaces. The maximum drop of metal hardness between the center and the periphery of the roller is observed in the induction of the external axial magnetic field of up to 10–15 mT.

**Keywords:** welding, composite materials, abrasion resistant material.

**Pidgursky I. N Effect of structural stress concentrators on the value of the stress intensity factors along the contours of simulated elliptical surface cracks // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

By the finite element method there was held the semi-elliptical surface crack in a prismatic specimen under tensile stresses. We started three-dimensional model of the sample with the global grid and model elements in the crack to the local grid. CIN obtained K<sub>I</sub> value along the contour of the test semi-elliptical surface crack in good agreement with the known solutions. The values and comparative analysis of stress intensity factors along the surface contour of the crack and the two collinear cracks under uniaxial tension plates of finite size in the presence of structural stress concentrator and without a hub, based on the finite element method.

**Keywords:** stress concentrator model, elliptical surface crack.

**Popov S. N., Grickevich A. A. Analysis of the features of the interaction of the surface of friction pairs in a hard-loaded contact // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The features of the structure and working mechanism of the fracture surface of the drive wheel lifting crawler crane, such as Sumitomo Link-Belt LS 418, through detailing the negative impact on the processes of wear parts operating conditions of industrial and construction areas. The features of the acquired deterioration of working bodies of the part time operation of construction machinery were analyzed. The basic tribo material testing factors for wear of the working bodies of the drive wheel were defined. The method of fixation of use of parts and components mover tracked vehicles. Recommendations regarding the composition and tribosystem properties for which it is advisable to be guided in the development of technologies for the rehabilitation and strengthening of the drive wheel of the crane in the subsequent scientific or industrial activity on the affected subjects.

**Keywords:** surface interaction, wear, working bodies of the parts, the wear process, the drive wheel.

**Pulka Ch., Pidgurskyi M., Senchishin V., Sharyk M. Investigation of induction welding technology using mechanical vibration // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

Results of induction welding technology research superposition of mechanical vibrations in the horizontal plane in the melting particulate solid alloy. It has been shown that the wear resistance is increased by 1.5 times compared to the vibration welding technology without the expense and achieved favorable structure of welded metal. It was determined that the highest wear resistance of the induction welding technique has superimposed mechanical vibration in the horizontal plane than the technology without vibration and is achieved through a favorable structure of welded



metal. We also obtain evaluation parameters of vibration amplitude ratio  $\alpha$  and frequency  $\omega$  that can help you get the desired structure of the deposited metal layer.

**Keywords:** induction welding, inductor, power density, horizontal vibration, weld metal, structure, wear resistance, amplitude, frequency, carbide components

**Razmyshlyaev A. D., Ahieieva M. V. Investigation of strength joints in arc welding with exposure to magnetic fields // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The effect of control of magnetic fields on the strength properties of welded joints of plates made of ferromagnetic steels with submerged arc welding. It is found that the use of magnetic fields in the control submerged arc welding of butt joints 4 mm thick lining combined copper-flux backing possible to increase the strength of welded joints by 11.5% at a frequency of a transverse magnetic field of 12 Hz, the ductility without reducing performance. When welding with the impact of a longitudinal magnetic field strength indicator rises by 11.8% with no noticeable decrease in ductility at a frequency of 6 Hz. It has been shown that this is also an improvement in the formation of the reverse side of the seam.

**Keywords:** arc welding, the transverse and longitudinal magnetic field induction of the magnetic field strength, the butt joint.

**Royanov V. O., Zakharova I. V. Training and welders masters on the basis of college graduates in SHEI «Pryazovskyi State Technical University» // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The sequence of secondary and higher education specialists training welders in SHEE "Azov State Technical University". Training of specialists with higher education directly after college meets European standards and provides quality training meets industry requirements. The department of equipment and technology of welding production SHEI «Pryazovskyi State Technical University» during the last five years are trained specialists and masters after college on the basis of junior specialist on an abbreviated program in three years. Questions of training agreed with MES. Students – college graduates take part in the scientific work at the department, the results of which are at scientific conferences and competitions of students' works, win prizes, enrolled in graduate school department.

**Keywords:** university, department, college, cyclic commission, junior specialist, master's degree, the standard of education, curriculum, educational qualification level, educational qualification program, academic discipline, scientific research, scientific conferences, methodical commission, advisory board.

**Savulyak V. I., Bakalets D. V., Tarasyuk V. M. Combination of welding and brazing processes for the manufacture and repair of steel structures // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

Strengthening and repair of sections of metal structures with cracks is possible by welding additional elements. This technical solution provides increased structural strength, but also leads to negative changes in the metal structure in the area of influence of the temperature and a decrease in corrosion resistance. One way to eliminate these disadvantages is the combination of soldering and welding processes. As the soldering material to protect the heat-affected zone proposed to use copper. Due to contamination and dissolution of copper in the weld may change the mechanical characteristics of the compound. The work carried out studies of the effect of copper content in the weld toughness of welded samples. It is found that the presence of copper solders welding process does not degrade and the formation of the weld, but slightly changes its mechanical properties, particularly toughness.

**Keywords:** welding, soldering, cracks, metal, impact strength, weld.

**Sidorets V. N., Zhernosekov A. M., Rymar S. V. Pulsed arc welding as a basis of modern technologies of consumable electrode welding // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The research of improvement of technology and energy efficiency of the process of pulsed arc welding using consumable electrode in protective gas was done. Summarizing computational and analytical techniques were developed. The areas of coefficient and electrode melting change when arc welding depending on welding current, its type and polarity, temperature of metal electrode drop, as well as taking into account evaporating of the drop from electrode surface and its heating were determined. Regularities of electrode melting process and identified ways to increase its rate of melting at the expense of application of specialized pulsed actions were researched. The prospects for improving the process according to the principle of separation of heat pulse and power pulse effect on consumable electrode metal, developed at PWI named after Paton were considered. Efficiency of the process of low-alloy steels welding and aluminum alloys of different alloying systems of multi-level pulses was defined. Application of such principle is also promising for creation of laser-arc welding technology.

**Keywords:** pulsed arc welding, polarity, consumable electrode, process efficiency.

**Trofimov A. V., Trembach I. O., Trembach B. O. Experience of using pulsed arc welding of aluminum alloy AMg5 large thickness // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The results of studies on mechanized welding metal construction "washer" aluminum alloy AMg5 90 mm thick. The optimum welding modes, properties of the compounds studied. The technology of mechanized welding of

aluminum-magnesium alloy AMg5 large thickness using advanced program-controlled inverter power sources, which can be successfully used for the manufacture of welded structures responsible are studied. A mechanized welding technology for fabrication of large thick-walled metal structures «puck» of aluminum alloy. We consider the level of deformation, resulting in welding «puck» of metal structures, allowing in the future for welding similar designs to reduce the cost.

**Keywords:** mechanized welding, aluminum alloy welding technology certification, washer, welding modes, the connection properties, capillary control macrostructure.

**Chigarev V. V., Golub D. M. Improving the method for manufacturing flux-cored wire // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

Promising use for punching tools surfacing for flux-cored wires is noted, their advantages and disadvantages and eliminating measures are shown. The known methods for manufacturing flux-cored wires are analyzed. The task of improving the method of manufacturing flux-cored wire for punching tools surfacing to ensure stable weldability and maintaining high operational stability of the deposited layer is given. When manufacturing, tubular blank wire unconsolidated batch is exposed by homogeneous axial magnetic field pulse symmetric conical shape with 0,9–1,1 Tesla induction, 0,1–1 pulsations with period and regulated pulse shape. Thereafter the wire is drawn through a series of sealing dies to desired diameter. According to the proposed technology experiment powder wire grade ПП-8Х4ГСВ2М5Ф2Т and ПП-К15М15Н5Х3В2 3 mm in diameter with a shell of the tape section 0,5x18 mm made of steel grade 08кп. are made Filling rate in all cases was within  $K_3 = 0,45–0,47$ . Production tests have shown good welding and processing properties of flux-cored wires of stated marks. The average values of relative durability of metal, welded using experiment wires exceed 7–11% similar values for flux-cored wires, made by traditional technology.

**Keywords:** surfacing materials, flux cored wire, melting uniformity, method of manufacturing, service properties.

**Shelyagin V. D., Siora O. V., Bernatskyi A. V., Shuba I. V. A study of structure and mechanical properties of welded joints obtained by laser welding of 09G2S steel in various spatial positions // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

The features of the structure and mechanical properties of butt welds joints obtained by laser welding root seams of gas pipelines in various spatial positions were studied. The workpieces were made of 09G2S steel. It was shown that fine-grained mixture of different types of ferrite was formed in weld seams; particularly needle ferrite and inner-grain polygonal ferrite were dominant fractions. Also, a significant number of particles of inter-grain polygonal ferrite with areas of side plate ferrite in the seams were found. The amount of hardening structures (particularly bainite) in welded joints was low. As a result, these changes in structure affect the value of impact toughness of welded joints, which is significantly increased.

**Keywords:** laser welding, welding parameters, pipe steel, root seam, spatial positions, butt welds, structure, mechanical properties.

**Shelyagin V. D., Shuba I. V., Bernatskyi A. V., Siora O. V. Development of tool for manual laser welding of steel products in various spatial positions // Herald of the DSEA. – 2016. – № 2 (38).**

Development of tool for manual laser welding was done. Due to its compact size of designed tool manual laser welding is possible to be carried out by one person. Small weight of designed tool allows performing welding in various spatial positions. Metallographic studies and mechanical tests of obtained welds were conducted. They showed that the quality level of welds obtained by using handheld tool is compared or better than the quality level of welds obtained by automated laser welding. Developed device design allows further conceptual improvements, in particular, by establishing a system for automatic recognition of weld joint position. This indicates the prospects of using developed tool to solve the problems of manual laser welding of steel in various industries, such as car building, shipbuilding, chemical industry, aerospace, etc.

**Keywords:** handheld tool, laser welding, design construction, stainless steel, welded joints, structure, mechanical properties.