

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА НАПЛАВКИ НА ДОЛЮ УЧАСТИЯ ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА В НАПЛАВЛЕННОМ

В статье приведены способы широкослойной механизированной наплавки с использованием различных электродных материалов, а также влияние технологических факторов на долю участия основного металла в наплавленном. Установлено, что использование широкослойной механизированной электродуговой наплавки порошковыми лентами позволяет получить заданный химический состав и необходимую ширину наплавленного слоя с обеспечением минимальной доли участия основного металла в наплавленном.

Ключевые слова: широкослойная наплавка, наплавленный слой, химический состав, износостойкость, порошковая лента.

Вступление. Для восстановления или нанесения требуемого износостойкого сплава на поверхности деталей машин, работающих в условиях интенсивного изнашивания, используют различные способы наплавки. В большинстве случаев наплавку выполняют отдельными валиками с соответствующими перекрытиями, что приводит к неоднородности формирования износостойкой фазы и, как следствие, неоднородности свойств в наплавленном слое [1-3].

Постановка проблемы. Большую роль в получении и требуемого химического состава, формировании структуры для обеспечения необходимых свойств наплавленного металла, играет доля участия основного металла в наплавленном, которая может изменяться в широких пределах. Известны разные факторы, оказывающие влияние на проплавление основного металла и его участие а формировании наплавленного слоя, такие как: сила сварочного тока, скорость наплавки, вид и размеры электродного материала.

Основной материал исследования. Был проведен анализ влияния способа наплавки на долю участия основного металла в наплавленном. Общий вид сечения наплавленного слоя показан на рис. 1 [4].

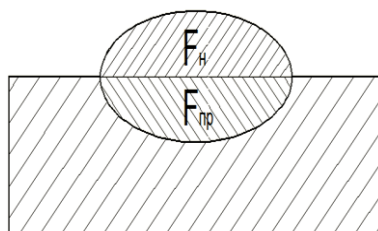


Рисунок 1 – Схема расчета доли участия основного металла в наплавленном

Доля основного металла в наплавленном, определяется отношением площади проплавления основного металла к общей площади шва:

$$m = \frac{F_{np}}{F_{np} + F_n} \cdot 100\% , \quad (1)$$

где F_{np} – площадь проплавления, мм²;

F_n – площадь наплавленного металла, мм².

Площади наплавки и проплавления можно рассчитывать с учетом теплофизических свойств металлов и параметров режима наплавки согласно уравнениям (2) и (3) [5]:

$$F_{np} = \frac{q \cdot \eta_t}{V_n \cdot \gamma \cdot S_{nl}}, \quad (2)$$

где q – количество теплоты, Дж;

η_t – термический КПД;

V_n – скорость наплавки, м/ч;

γ – плотность металла, г/см³;

S_{nl} – теплосодержание ванны, Дж/г.

$$F_n = \frac{\alpha_n \cdot I_n}{3600 \cdot V_n \cdot \gamma}, \quad (3)$$

где α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч;

I_n – ток наплавки, А.

Получать наплавленный слой можно путем нанесения валиков в определенной последовательности. Широкое распространение находит способ наплавки с перекрытием предыдущего валика последующим, схема показана на рис. 2 [6].

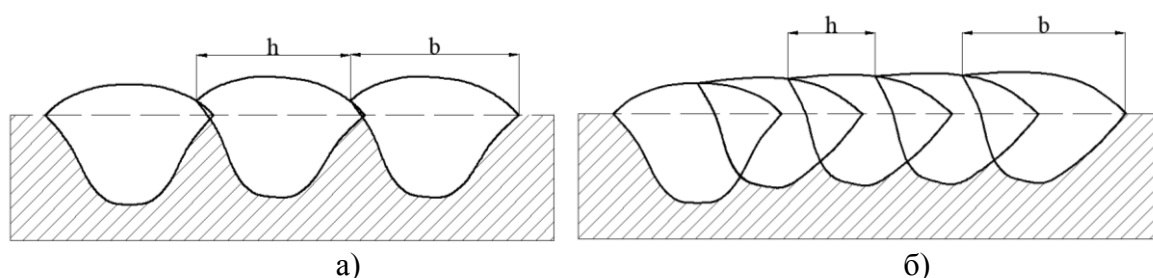


Рисунок 2 – Влияние шага наплавки на долю участия основного металла в наплавленном, где h – шаг наплавки, b – ширина валика

Такая схема наплавки позволяет, в зависимости от величины перекрытия (шага наплавки), уменьшить долю участия основного металла в наплавленном.

При наплавке с перекрытием каждого предыдущего валика последующим можно обеспечить более ровную наплавленную поверхность. Это возможно, если предыдущий наплавленный валик будет перекрываться последующим на величину 0,5 его ширины. Но такая схема является не очень рациональной для наплавки легированных, высоколегированных и композиционных сплавов. При наплавке износостойкого слоя с перекрытием в предыдущем валике износостойкая фаза уже, как правило, сформирована, а последующий валик переплавляет ее и происходит образование новой износостойкой фазы из расплава с участием химического состава предыдущего валика.

Рассмотрено влияние способов широкослойной наплавки под слоем флюса с использованием ленточного электродного материала разного размера на долю участия основного металла в наплавленном, рис. 3, табл. 1, рис. 4 [7, 8].

Машинобудування і зварювальне виробництво

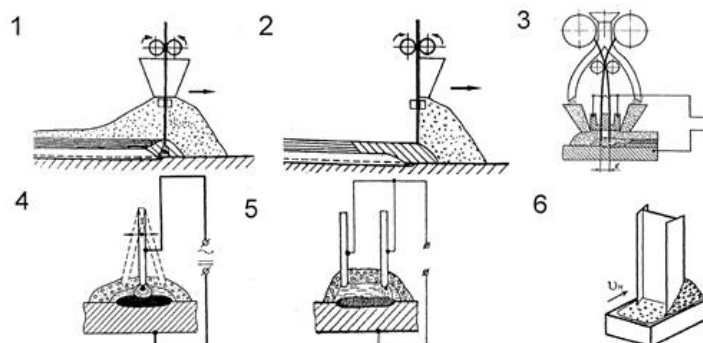


Рисунок 3 – Способи широкошарової наплавки під флюсом

При наплавці ленточними електродами сплошного сечення можна отримати широкі наплавлені шари з малою долей участя основного металу в наплавленому, що забезпечує формування износоустойчивої фази одночасно по всій ширині наплавленого шару з загальної ванни по всьому об'єму. Для отримання потрібного хімічного складу необхідно введення в наплавлений шар легируючих елементів. Отримання потрібного хімічного складу досягається використанням флюсу, в якому містяться необхідні легируючі елементи.

Таблиця 1 – Характеристика основних способів широкошарової наплавки під флюсом

№	Спосіб наплавки	Доля участя основного металу в наплавленому, %	Мінімальне число шарів без розбавлення	Продуктивність	
				кг/ч	м ² /ч
1	Ленточним електродом	12,0...20,0	2...3	4,0...15,0	0,12...0,48
2	Ленточним електродом в електрошлаковому режимі	6,0...11,0	1...2	10,0...25,0	0,32...0,80
3	Двома ленточними електродами	6,0...14,0	1...2	10,0...30,0	0,32...0,96
4	Електродною проволокою з коливаннями	18,0...35,0	3...4	2,0...7,0	0,06...0,22
5	Двома електродними проволоками (розщепленим електродом)	18,0...30,0	3...4	4,0...10,0	0,12...0,32
6	Складним ленточним електродом	8,0...20,0	1...2	7,0...20,0	0,22...0,64

Легирування через ленту сплошного сечення має обмеження, так як збільшення вмісту легируючих елементів в металі ленти призводить до зростання механічних властивостей, що ускладнює виробництво таких лент.

Для наплавки износоустойчивих сплавів широке застосування знаходять порошкові ленточні електродні матеріали.

Порошкові ленточні електродні матеріали мають різну конструкцію і розміри, використовуються різні метали для оболочкі, порошки і їх суміші, вставки і

прослойки в сердечнике. Общий вид порошковых ленточных электродных материалов показан на рисунке 5 [9].

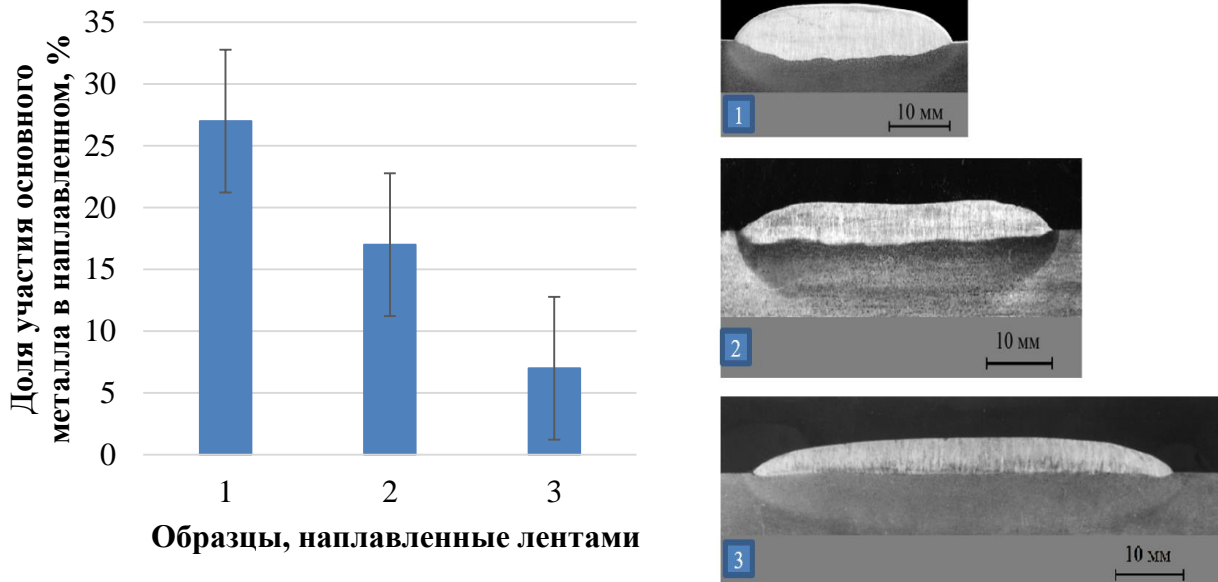


Рисунок 4 – Доля участия основного металла в наплавленном при наплавке лентой сплошного сечения за один проход:
1 - 50×0,7 мм, 2- 60×0,5 мм, 3 - 75×0,5 мм

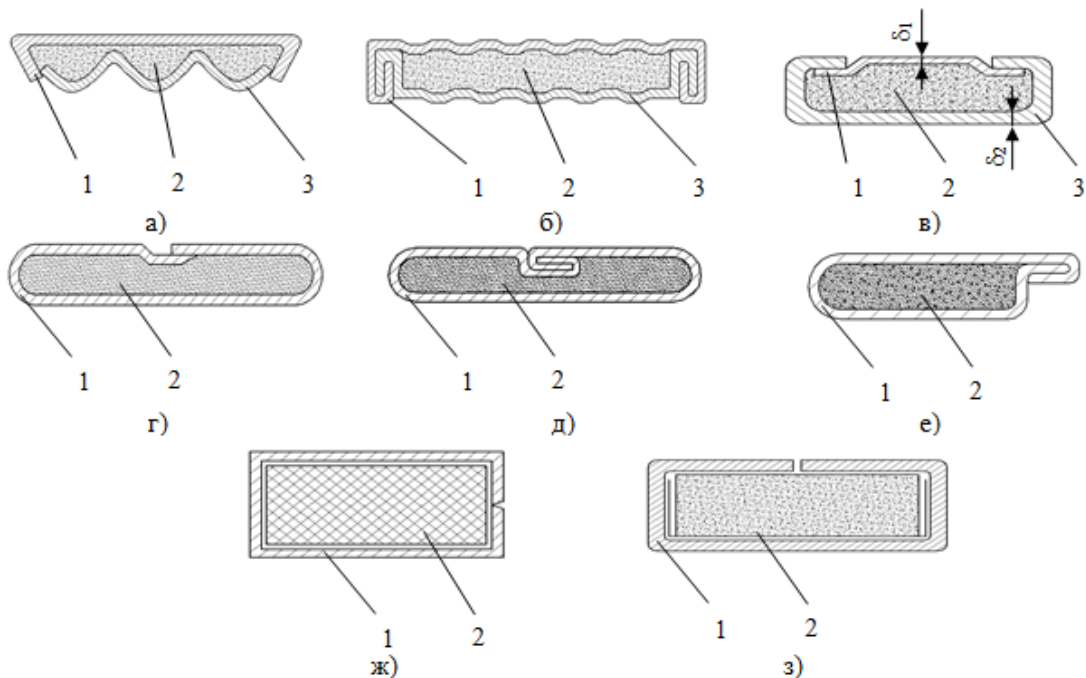


Рисунок 5 – Общий вид сечений порошковых лент различных конструкций:
 δ_1, δ_2 - толщина верхней и нижней части оболочки соответственно;
1 – верхняя часть оболочки; 2 – сердечник; 3 - нижняя часть оболочки

При механизированной электродуговой наплавке износостойких сплавов необходимых размеров с использованием порошковых ленточных электродных материалов применялись различные схемы, рисунок 6 [7, 10].

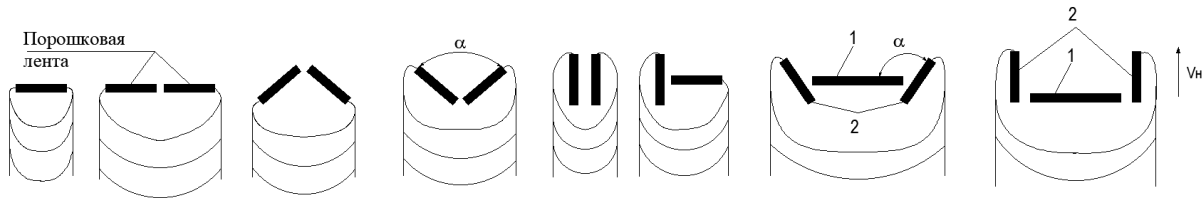
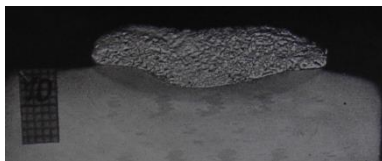


Рисунок 6 – Схемы расположения порошковых лент при наплавке

По указанным схемам, рис.6, возможно наплавлять широкие слои с образованием общей сварочной ванны, из расплава которой затем формируется износостойкая фаза. Такой процесс формирования износостойкой фазы протекает равномерно по всему объему наплавленного металла при постоянных тепловых условиях.

Получить широкослойную наплавку за один проход возможно с использованием колеблющегося электрода или колебательного устройства, на котором закреплено наплавляемое изделие. На рис. 7 показаны сечения наплавленного металла, полученного при наплавке порошковой лентой одиночного валика (а) и при использовании колеблющегося устройства (б) [9].



а)



б)

Рисунок 7 – Виды наплавленного композиционного слоя:
а - однослойная наплавка; б - широкослойная наплавка

Использование многоэлектродной механизированной электродуговой наплавки износостойких сплавов порошковыми ленточными электродными материалами за один проход позволяют получить наплавленный слой шириной до 300 мм с применением внешнего магнитного поля [11]. Общий вид наплавленного таким способом образца показан на рис. 7.

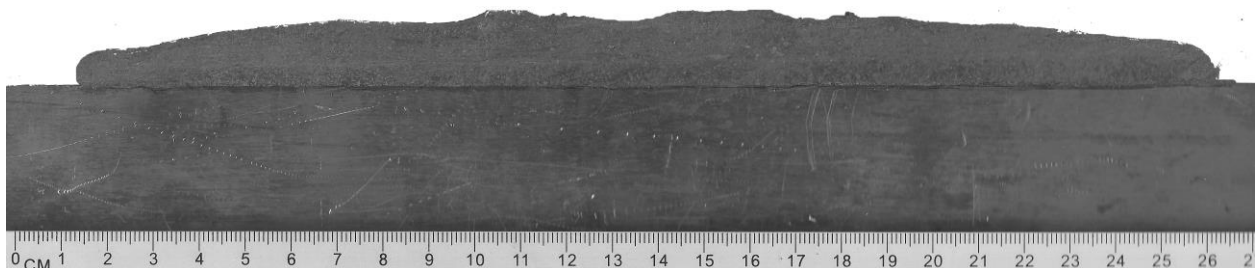


Рисунок 8 – Образец, наплавленный многоэлектродной наплавкой
с использованием порошковых лент

ВЫВОДЫ

1. Для получения заданного химического состава наплавленного износостойкого слоя с требуемой износостойкой фазой следует использовать механизированные способы наплавки, обеспечивающие получение наплавленных слоев необходимой ширины.

2. Использование широкослойной механизированной наплавки с использованием порошковых ленточных электродных материалов позволяет получить требуемый химический состав за один проход с минимальной долей участия основного металла в наплавленном, сократить расход электродного материала, снизить энергетические затраты, повысить эксплуатационные характеристики.

Список использованных источников:

1. *Чигарев, В. В.* Химическая неоднородность наплавленного металла при наплавке порошковой лентой / *В. В. Чигарев, А. Г. Белик, Т. Н. Филипенко* // Сварочное производство в машиностроении: перспективы развития: материалы II Междунар. научно-техн. конф. (Краматорск, сентябрь 2010 г.) / ДГМА. – Краматорск, 2010. – С. 50–51.

2. *Chigarev, V. V.* Flux-cored strips for surfacing / *V. V. Chigarev, A. G. Belik* // *Welding International*. – 2012. – Vol. 26, N 12. – P. 975–979.

3. *Жудра, А. П.* Наплавочные порошковые ленты / *А. П. Жудра, А. П. Ворончук* // Автоматическая сварка. – 2012. – № 1. – С. 39–44.

4. *Белик, А. Г.* Способы широкослойной наплавки износостойких сплавов / *А. Г. Белик, Б. В. Ефременко, Я. А. Чейлях* // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту : зб. наук. праць / ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, 2016. – Вип. 33. – С. 63–67. – (Серія : Технічні науки)

5. *Петров, Г. Л.* Теория сварочных процессов : учебник для вузов / *Г. Л. Петров, А. С. Тумарев*. – 2-е изд. – М. : Высш. школа, 1977. – 392 с.

6. Фруммин И. И. Технология механизированной наплавки: учеб. пособие для курсов инструкторов / *И. И. Фруммин, Ю. А. Юзвенко, Е. И. Лейначук*. – М. : Высш. школа, 1966. – 306 с.

7. *Матвиенко, В. Н.* Особенности получения слоистых композиций наплавкой составным ленточным электродом / *В. Н. Матвиенко* // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту : зб. наук. праць / ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, 2014. – Вип. 28. – С. 129–134. – (Серія : Технічні науки)

8. *Матвиенко, В. Н.* Влияние состава электродной ленты на проплавление основного металла / *В. Н. Матвиенко, Л. К. Лецинский, В. А. Мазур* // Автоматическая сварка. – 2016. – № 8. – С. 12–14.

9. *Ahmad Mohammad Essa* Application of flux-cored strips for ruggedization and reconditioning of machine parts / *Mohammad Essa Ahmad, V. V. Chigarev, A. G. Belik, H. M. A. AlMattarneh* // *Modern Developments in Renewable Energy and Sustainability*. – Kuala Lumpur, 2008. – P. 110–118.

10. Наплавка двумя ленточными электродами / *В. Н. Харитонов [и др.]* // Сварочное производство. – 1978. – № 6. – С. 46–48.

11. Распределение карбидной фазы при широкослойной наплавке износостойкого слоя порошковой лентой / *В. В. Тарасов [и др.]* // Сварочное производство. – 1975. – № 4. – С. 27–29.

ВПЛИВ СПОСОБУ НАПЛАВЛЕННЯ НА ЧАСТКУ УЧАСТІ ОСНОВНОГО МЕТАЛУ В НАПЛАВЛЕНОМУ

У статті наведено способи широкошарового механізованого наплавлення з використанням різних електродних матеріалів, а також вплив технологічних факторів на частку участі основного металу в наплавленому. Було проведено аналіз впливу способу наплавлення на частку участі основного металу в наплавленому.

Широке поширення знаходить спосіб наплавлення з перекриттям попереднього валика наступним. Така схема наплавлення дозволяє, в залежності від величини перекриття (кроку наплавлення), зменшити частку участі основного металу в наплавленому.

При наплавленні стрічковими електродами суцільного перетину можна отримати широкі наплавлені шари з малою часткою участі основного металу в наплавленому, що забезпечує формування зносостійкого, фази одночасно по всій ширині, наплавленого шару із загальної ванни по всьому об'єму. Розглянуто вплив способів широкошарового наплавлення під шаром флюсу з використанням стрічкового електродного матеріалу різного розміру на частку участі основного металу в наплавленому.

Отримати широкошарове наплавлення за один прохід можливо з використанням коливання електроду або коливального пристрою, на якому закріплюється деталь, яку наплавляють. Використання багатоелектродного механізованого електродугового наплавлення зносостійких сплавів порошковими стрічковими електродними матеріалами із застосуванням зовнішнього магнітного поля за один прохід дозволяють отримати наплавлений шар товщиною до 300 мм.

Для отримання заданого хімічного складу наплавленого зносостійкого шару з необхідною зносостійкою фазою слід використовувати механізовані способи наплавлення, щоб забезпечити отримання наплавлених шарів необхідної ширини.

Використання широкошарового механізованого наплавлення з використанням порошкових стрічкових електродних матеріалів дозволяє отримати необхідний хімічний склад за один прохід з мінімальною часткою участі основного металу в наплавленому, скоротити витрату електродного матеріалу, знизити енергетичні витрати, підвищити експлуатаційні характеристики.

Ключові слова: широкошарове наплавлення, наплавлений шар, хімічний склад, зносостійкість, порошкова стрічка.

Belik A. G.

INFLUENCE OF THE METHOD OF SURFACING ON THE SHARE OF PARTICIPATION OF THE BASIC METAL IN SURFACED

The article presents the methods of wide-layer mechanized surfacing using various electrode materials, as well as the influence of technological factors on the participation of the base metal in the weld metal. An analysis was made of the influence of the method of surfacing on the proportion of the participation of the base metal in the weld metal. Widespread is the method of welding with overlapping the previous roller next. This scheme of surfacing allows, depending on the amount of overlap (step of surfacing), to reduce the participation of the base metal in the weld metal.

When surfacing with continuous electrode section electrodes, it is possible to obtain wide weld layers with a small share of the base metal in the weld metal, which ensures the formation of a

Режим доступу: <http://sap.pstu.edu>

Машинобудування і зварювальне виробництво

wear-resistant phase simultaneously over the entire width of the weld layer from the total pool throughout the entire volume. The influence of the methods of wide-layer surfacing under a layer of flux using a tape electrode material of different sizes on the participation of the base metal in the weld metal is considered.

In mechanized electric arc surfacing of wear-resistant alloys of the required size using powder strip electrode materials, various schemes were used.

It is possible to obtain wide-layer cladding in one pass using an oscillating electrode or an oscillating device on which the weldable product is fixed.

The use of multi-electrode mechanized arc surfacing of wear-resistant alloys with powder strip electrode materials in one pass allows to obtain a weld layer up to 300 mm wide using an external magnetic field.

To obtain the desired chemical composition of the deposited wear-resistant layer with the required wear-resistant phase, use mechanized surfacing methods that provide the deposited layers of the required width.

The use of wide-layer mechanized surfacing with the use of powder strip electrode materials allows to obtain the required chemical composition in a single pass with a minimum share of the base metal in the weld metal, reduce the consumption of the electrode material, reduce energy costs, improve performance.

Keywords: *wide-layer surfacing, deposited layer, chemical composition, wear resistance, powder strip.*

Рецензент: д-р техн. наук, професор Матвиенко В. Н.

Статья поступила 13.02.2019 г.

УДК 616.71-001.5

Дудко О. Г., Сорочан О. М., Шайко-Шайковський О. Г.

ВПЛИВ МЕХАНІЧНИХ ФАКТОРІВ ПРИ НАКІСТКОВІЙ ФІКСАЦІЇ ДІЛЯНКИ ПЕРЕЛОМУ НА ПРОЦЕС ЙОГО КОНСОЛІДАЦІЇ

Основним принципом лікування переломів кісток опорно-рухового апарату є репозиція відламків з їх подальшою фіксацією різноманітними конструкціями до консолидації перелому. На цей процес впливає значна кількість факторів, як загальних (вік хворого, наявність супутніх захворювань, порушення метаболізму, прийом лікарських засобів, тощо), так і локальних (якість співставлення фрагментів перелому, кровопостачання цієї ділянки, наявність інфекції цієї ділянки та ін.). Суттєве значення мають механічні фактори, оптимізація яких дозволяє досягти зрощення перелому в оптимальні терміни. Традиційно вважається, що для потреб остеосинтезу кісток слід використовувати найбільш міцні конструкційні матеріали, оскільки внаслідок дії навантаження нерідко відмічаються такі явища, як міграція фіксаторів, їх злам, вторинне зміщення, незрощення перелому. У зв'язку з цим виникла потреба в проведенні аналізу механічних факторів, що впливають на зрощення перелому, вибір матеріалів та створення конструкцій в яких ці параметри будуть оптимізовані.

Було проведено аналіз основних механічних факторів, що впливають на результати остеосинтезу перелому пластиною. Визначено три основні групи факторів – біологічного характеру, фактори залежні від конструкції та матеріалу з якого виготовлено фіксатор, та фактори пов'язані з особливостями хірургічної техніки. Крайнім вибором слід вважати біотехнічні системи з м'якшою фіксацією. Зазначеного ефекту можна досягти застосуванням матеріалів з пониженим модулем Юнга. На думку авторів поєднання металевієї пластини з полімерними гвинтами, комбінації полімерної пластини з металевими гвинтами чи полімерної пластини з полімерними гвинтами допоможе створити оптимальні механічні параметри для зрощення перелому. Застосування біодеградуючих матеріалів для виготовлення компонентів фіксуючої системи дозволяє динамічно зменшувати жорсткість фіксації і забезпечує поступове навантаження цієї ділянки.

Ключові слова: остеосинтез, перелом довгих кісток, пластина, механічні властивості, зрощення переломів.

Актуальність теми. Основним принципом лікування переломів кісток опорно-рухового апарату є репозиція відламків з їх подальшою фіксацією різноманітними конструкціями до консолидації перелому. На цей процес впливає значна кількість факторів, як загальних (вік хворого, наявність супутніх захворювань, порушення метаболізму, прийом лікарських засобів, тощо), так і локальних (якість співставлення фрагментів перелому, кровопостачання цієї ділянки, наявність інфекції цієї ділянки та ін.). Суттєве значення мають механічні фактори, оптимізація яких дозволяє досягти зрощення перелому в оптимальні терміни. Традиційно вважається, що для потреб остеосинтезу кісток слід використовувати найбільш міцні конструкційні матеріали, оскільки внаслідок дії навантаження нерідко відмічаються такі явища, як міграція фіксаторів, їх злам, вторинне зміщення, незрощення перелому. У зв'язку з цим виникла потреба в проведенні аналізу механічних факторів, що впливають на зрощення перелому, вибір матеріалів та створення конструкцій в яких ці параметри будуть оптимізовані.