

находиться в точках 1, 2 или 3, диаметр мешалки – 0,48...0,9 м, а высота навозной массы 0,5...1,3 м.

В соответствии с полученным диапазоном параметров гомогенизатора принимаем точку установки мешалки в канале – у дна или в центре канала, минимальный диаметр мешалки – 0,48 м. При этих параметрах гомогенизатора обеспечивается гидротранспортабельность при высоте навозной массы в канале от 0,5 до 1,3 м.

**Выводы.** Полученные зависимости (рисунки 1 – 3) позволяют определить рациональные значения факторов для достижения гидротранспортабельности жидкого навоза в каналах гидравлических систем уборки навоза. Точка установки мешалки гомогенизатора в канале – у дна или в центре канала, минимальный диаметр рабочего органа гомогенизатора – 0,48 м. При этих параметрах гомогенизатора обеспечивается перемешивание расслоившегося жидкого навоза при высоте навозной массы в канале от 0,5 до 1,3 м.

#### **Список использованных источников**

1 Семенов, М.Я. Бесподстилочный навоз и его использование для удобрения / Пер. с нем. под ред. М. Я. Семенова. М.: Колос, 1978. 271 с.

2 Скорб И.И. Исследования гомогенизатора для перемешивания жидкого навоза в канале. Техническое обеспечение инновационных технологий в агропромышленном комплексе: матер. II Междунар. науч.-практ. конф. Мелитополь: ТГАТУ, 2020. С. 214-220. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/skorb-2020.pdf>

3 Мельников С.В., Алешкин В.Р., Роцин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. Л.: Колос, 1980. 168 с.

УДК 669.15-194

## **СТРУКТУРА І МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НС АУСТЕНІТНИХ СТАЛЕЙ**

Колодій О.С., к.т.н.

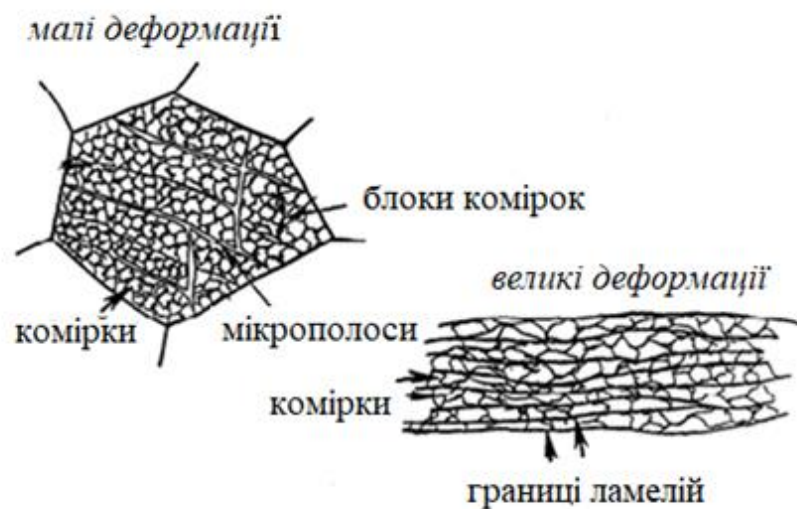
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.*

**Постановка проблеми.** Завдяки комбінації механічних властивостей і високій стійкості до дії навколишнього середовища, корозійностійкі аустенітні сталі є одними з найбільш широко використовуваних конструкційних матеріалів в різних галузях промисловості. [1-2]. Однак, сучасні вимоги до матеріалів для перспективних застосувань мають на увазі додаткове підвищення

міцності використовуваних матеріалів, оскільки межа плинності аустенітних сталей, що мають ГЦК ґратки, як правило, демонструє невисокі значення в порівнянні, наприклад, зі сталями мартенситного класу або сталями феритного типу (мають ОЦК ґратку), зміцненими оксидами і частинками інших фаз. У той же час, мартенситні й феритні сталі мають, зазвичай, низьку корозійну стійкість і схильні до крихкості в інтервалі знижених температур, а леговані сталі часто вимагають використання дорогих і рідкісних легуючих хімічних елементів [3-4]. У зв'язку з цим, розробка наукових основ значного підвищення міцності властивостей корозійностійких аустенітних сталей без зміни їх хімічного складу є вкрай актуальною і важливою задачею фізики міцності й пластичності

**Основні матеріали дослідження.** Процеси структуроутворення в ході ПД добре досліджені на широкому спектрі матеріалів. Можна виділити кілька основних особливостей структур, отриманих методами ПД, які істотно впливають на характеристики міцності матеріалу.

Перша особливість – це збільшення щільності дефектів в структурі і зменшення розмірів структурних елементів в результаті ПД. На перших етапах формування УМЗ структури зі збільшенням щільності дислокацій в металах формується чарункова структура і спостерігається фрагментація структури (рис. 1) [2]. Таким же чином відбувається структуроутворення і в інших ГЦК однофазних матеріалах.



**Рис. 1. Схема еволюції дислокаційної структури в процесі деформації**

При малих ступенях деформації відбувається накопичення дислокацій, утворюються клубки і сплетення дислокацій: спостерігається фрагментація структури. Кути разорієнтації ГЗ між фрагментами складають менше  $1^\circ$ .

зменшується розмір фрагментів і формується чарункова структура. При подальшому збільшенні ступеня деформації відбувається вибудовування дислокацій в дислокаційні «стілки» і формування «ножових кордонів». Ці заходи мають разорієнтування порядку декількох градусів і доволі протяжні. На тлі пористої структури, що розвивається, утворюються мікросмуги і смуги зсуву, що сприяє формуванню зерен структури. Смуги зсуву, як правило, утворюються всередині чітко виражених мезосмуг. Формування мікросмуг призводить до того, що вихідні зерна діляться на окремі ділянки, де діють різні системи ковзання. Зі збільшенням ступеня деформації кути разорієнтації границі зерен збільшуються і в матеріалі формується УДЗ структура з меншим розміром зерен і переважно висококутовим разорієнтуванням границь зерен.

Другою особливістю УДЗ структури ГЦК матеріалів з низькою енергією дефектів упаковки, до яких, зокрема, відносяться аустенітні сталі при деформації при відносно низьких температурах або до високих ступенів деформації, є наявність деформаційних двійників. Як показують автори, наявність двійників, їх форма і розміри також можуть впливати на зміцнення матеріалу. Розміри двійників залежать від енергії дефектів упаковки, при її зниженні зменшуються й розміри двійників, досягаючи декількох нанометрів. Деформаційне двійникування призводить до виникнення множинних вторинних двійників, що також сприяє формуванню УДЗ структур

У той же час аустенітні сталі є метастабільними і при прикладанні деформації при низьких температурах в них спостерігається мартенситне перетворення. Температура початку мартенситного перетворення ( $M_p$ ) визначається хімічним складом сталі. При ІПД мартенситне перетворення спостерігається при температурах вище  $M_p$  – утворюється мартенсит деформації. Формування мартенситу деформації відбувається за зсувним механізмом. Схема перебудови ГЦК ґратки в ОЦК запропонована була ще Бейном. Теорія, доповнена уявленнями про контракційні переміщення атомів і колективні повороти мікроб'ємів, дозволяє описати перебудову ГЦК ґратки в ОЦК ґратку.

Наступною особливістю, яка спостерігається в аустенітних корозійностійких сталях, є велика кількість різних карбідів і частинок других фаз. В роботі [5] показано формування G - фази ( $Ni_{16}Si_7Ti_6$ ), в якій можуть заміщатися атоми нікелю і титану атомами Cr, Fe, Mo, Mn, V, Hf, Ta, Zr і Nb при різному часі старіння. Залежно від температури старіння склад G - фази може змінюватися. У роботах [5] є появою G - фази спостерігається деяке зміцнення в аустенітних сталях. Також було виявлена поява G - фази після ІПДК і подальшого тривалого старіння при 500 °С. В результаті спостерігалось різке зниження пластичності. До того ж після ІПДК для появи G - фази потрібний менший час

старіння, в порівнянні з грубозернистими аналогами. Так в роботах [5-6] був потрібен час в десятки разів більше для утворення цієї фази.

**Висновки.** Таким чином, в результаті ПД ГЦК сталей в структурі може спостерігатися цілий ряд особливостей, таких як: висока щільність дислокацій, різні розміри зерен, нанодвійники в структурі, малокутові та багатокуткові ГЗ, частинки других фаз. На прикладі алюмінієвих сплавів і деяких сталей показано формування сегрегації домішкових атомів на межах зерен і їх вплив на властивості матеріалів. Наведені особливості можуть по-різному впливати на міцність і функціональні властивості сплавів. Розуміння впливу кожного з параметрів мікроструктури допоможе виробити науковий підхід до формування стану з заданими властивостями.

#### **Список використаних джерел**

1. Сушко О.В., Колодій О.С., Коломоєць В.А. Нові матеріали в машинобудуванні: навчально-методичний посібник до виконання лабораторних робіт. Мелітополь: ТПЦ «Forward press», 2021. 106 с.

2. Sushko O. V., Kolodii O. S., Penyov O. V. Individual forecasting of technical condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Kyiv, 2019. Vol. 10, № 4. P. 63-69.

3. Колодій О. С., Сушко О. В. Аналіз плоского пластичного плину матеріалу при оцінюванні оброблюваності на металорізальних станках. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2020. Вип. 10, т. 1. DOI: 10.31388/2220-8674-2020-1-17

4. Колодій О.С., Сушко О.В. Влияние среды, нанесенной на обрабатываемую поверхность, на процесс резания. Науковий вісник ТДАТУ. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. - Вип. 10, т.2.

5. Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. «Автоматичне управління процесами обробки металів різанням»: Методичний посібник з виконання лабораторних робіт. Мелітополь: ТПЦ «Forward press», 2020. 136 с.

6. Колодій О. С., Шершенівський О. С. Підвищення конструкційної зносостійкості сталей за рахунок термічної та хіміко-термічної обробки. Збірник тез доповідей XIX Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2018 року), 2018. С. 155-156.