ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

## Стоматологія

УДК: 616.314-76:615.462:678.84.017

# ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ВЛАСТИВОСТЕЙ А-СИЛІКОНОВИХ ВІДБИТКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

***Бугаєв В.Ю.***

*Харківський національний медичний університет, Харків, Україна*

Сьогодні існує багато методик отримання відбитків протезного ложа, що дозволяє забезпечити високу точність і розмірну стабільність сучасних відбиткових матеріалів. Вибір матеріалу часто залежить від уподобань лікаря, простоти роботи та економічних аспектів. Проте, з розвитком технологій виготовлення незнімних протезів, вимоги до якості відбитків зросли, адже сучасні технології виготовлення незнімних конструкцій забезпечують виготовлення штучних коронок з крайовим приляганням до 20 мкм. Метою дослідження було порівняння фізико-механічних властивостей вітчизняного удосконаленого А-силіконового відбиткового матеріалу зі зарубіжними аналогами. Спільно з акредитованою лабораторією Акціонерного Товариства «Стома» (Харків) було удосконалено рецептуру вітчизняного А-силіконового відбиткового матеріалу та проведено його порівняльну оцінку з аналогами, акредитованими в Україні. У досліджені проводили порівняння фізико-механічних властивостей вітчизняного удосконаленого А-силіконового відбиткового матеріалу з декоментаційними властивостями (АСВМД, виробництво АТ «Стома», Україна) з зарубіжними аналогами. Виготовили 80 зразків (40 – з матеріалів високої в'язкості (тип I), та 40 – з матеріалів низької в'язкості (тип III) для визначення властивостей відповідно до ISO (International Organization for Standardization, Міжнародна організація зі стандартів) 4823. За результатами дослідження ми дійшли висновку, що А-силіконового відбиткового матеріалу з декоментаційними властивостями перевершує інші аналоги за більшістю показників, зокрема за просторовою стабільністю, твердістю та міцністю. Всі зразки відповідали ISO 4823.

***Ключові слова:*** *фізико-механічні властивості, деконтамінація, відбитки, міжнародні стандарти, конструкції зубних протезів*.

**Цитуйте українською:** Бугаєв ВЮ. Порівняльна оцінка властивостей А-силіконових відбиткових матеріалів. Медицина сьогодні і завтра. 2025;94(1):12с. In press. https://doi.org/10.35339/msz.2025.94.1.bvy

**Cite in English:** Bugaiev VY. Comparative evaluation of properties of A-silicone impression materials. Medicine Today and Tomorrow. 2025;94(1):12p. In press. https://doi.org/10.35339/msz.2025.94.1.bvy [in Ukrainian].

CC BY-NC-SA

© Бугаєв В.Ю., 2025 © Bugaiev V.Y., 2025

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

**Вступ**

Велика різноманітність існуючих методик отримання відбитків та відбиткових матеріалів дозволяє сьогодні отримувати якісні відбитки протезного ложа практично у будь-якій клінічній ситуації [1]. Сучасні відбиткові матеріали відрізняються високим ступенем точності відтворення тканин протезного ложа, мають хорошу розмірну стабільність, здатні протистояти пружним деформаціям, мають низький ступінь усадки і мінімальні спотворення [2]. Найчастіше вибір відбиткового матеріалу та техніки отримання відбитків залежить від особистих переваг лікаря, простоти в роботі та певною мірою економічності. Однак, у зв'язку з появою та стрімким розвитком нових технологій виготовлення незнімних протезів, у тому числі й штучних коронок, вимоги до якості відбитків суттєво збільшились [3]. Як заявляють виробники сучасних CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing, комп'ютерне проектування/комп'ютерне виробництво) систем, в даний час можливе виготовлення штучних коронок із крайовим приляганням до 20 мкм, що забезпечує збільшення терміну служби конструкції зубного протеза і, як наслідок, сприяє підвищенню якості ортопедичного лікування в цілому. Однак, досягнення такого результату можливе лише при виконанні цілого ряду умов, однією з яких є отримання високоякісного відбитка, який може забезпечити максимально точну передачу інформації про лінійні розміри протезного ложа [4]. Можливі незначні похибки відбитків, які раніше не мали вирішального клінічного значення, сьогодні виступають на передній план, через удосконалення сучасних технологічних методів виготовлення конструкцій зубних протезів.

Клініко-технологічні, фізико-механічні, хімічні, біологічні та інші властивості А-силіконових відбиткових матеріалів, які використовуються для отримання анатомічних відбитків при виготовленні незнімних зубних протезів, а також враховуючи описані в літературних джерелах вже проведені раніше дослідження вітчизняних і закордонних спеціалістів, можна дійти висновку, що більшість з цих досліджень мають відповідати даним ISO (International Organization for Standardization, Міжнародної організації зі стандартів) [5]. Для досягнення максимальних результатів у виготовленні різноманітних зубних протезів важливо дотримуватись сучасних вимог до якості відбитків, що в свою чергу сприятиме підвищенню ефективності ортопедичного лікування та покращенню якості життя пацієнтів. Таким чином, якість відбитків є критично важливим етапом у процесі виготовлення протезів, і її значення не можна недооцінювати.

**Метою** роботи було порівняння фізико-механічних властивостей вітчизняного удосконаленого А-силіконового відбиткового матеріалу зі зарубіжними аналогами.

**Матеріали та методи**

Спільно зі співробітниками акредитованої дослідницької лабораторії стоматологічних матеріалів Акціонерного товариства (АТ) «Стома» м. Харків, Україна, було удосконалено рецептуру вітчизняного А-силіконового відбиткового матеріалу «Стомавид база» (Патент України № 118655, МПК C08L83/04), за рахунок введення до його складу компонента пероксида К-30 (подана заявка на отримання патенту України на винахід) та проведено порівняльну оцінку з його найближчими аналогами, які акредитовані в Україні. Для визначення основних фізико-механічних властивостей: просторова стабільність, консистенція, твердість, текучість, відносне подовження до розриву, деформація стиснення, відновлення після деформації,

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

міцність при стисненні, вигинаючи напруга та в'язкість, нами використовувались методики, що описані в ISO (International Organization for Standardization, Міжнародна організація зі стандартів) 4823 [5].

У дослідженні були використані наступні матеріали для отримання відбитків: удосконалений вітчизняний А-Силіконовий Відбитковий Матеріал з Декоментаційними властивостями (АСВМД, АТ «Стома», Україна) та його аналоги, а саме вітчизняний А-Силіконовий Відбитковий Матеріал АСВМВ («Стомавид база», АТ «Стома», Україна), А-силіконові відбиткові матеріали АСВМН ("Panasil contact plus", Kettenbach GmbH, Німеччина) та АСВМІ ("Elite HD+", Zhermack, Італія). Були виготовлені 80 дослідних зразків (40 – з матеріалів високої в'язкості (тип I), та 40 – з матеріалів низької в'язкості (тип III) за вимогами відповідно ISO 4823, який рекомендує розподіляти силіконові відбиткові матеріали за типами в'язкості [5]. Результати вимірювань подано у форматі M±m, де M – середнє значення, m – стандартна похибка середнього. Статистичну обробку здійснено із застосуванням параметричних тестів (t-критерій Стьюдента та однофакторний дисперсійний аналіз ANOVA) із подальшим порівнянням пар груп за допомогою постхок тесту Тьюкі. Рівень статистичної значущості встановлено на рівні $p \leq 0,05$. Усі розрахунки виконані з використанням Excel 2021 (Microsoft, USA).

**Результати**

У межах дослідження було проведено однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA, Analysis NO VAriance) для п'яти фізико-механічних показників А-силіконових відбиткових матеріалів типу I: просторова стабільність, консистенція, твердість, текучість та відносне подовження до розриву. За показником просторової стабільності, значення всіх чотирьох матеріалів (АСВМД, АСВМВ, АСВМН, АСВМІ) не мали статистично значущих відмінностей між собою ($p=0,7847$), що вказує на однакову здатність матеріалів зберігати лінійні розміри після затвердіння в умовах, наближених до клінічних (*табл. 1*).

За показником «Просторова стабільність» (S, %) результати коливаються в межах (0,42÷1,06) %. Натомість, для показника консистенції, спостерігались значні міжгрупові відмінності ($F=45,60$; $p<0,001$). Пост-хок аналіз Тьюкі виявив, що матеріали АСВМН та АСВМІ достовірно відрізнялися від АСВМД і АСВМВ, зокрема, найменше значення мало АСВМІ (21,6±0,1) мм, а найбільше – АСВМН (28,4±0,4) мм.

Показник твердості показав найвиразніші статистичні відмінності між усіма досліджуваними групами ($F=361,11$; $p<0,001$). Матеріал АСВМД мав найвищу твердість (64,93±0,65) од., що достовірно перевищувало значення всіх інших матеріалів, зокрема АСВМІ (48,71±0,28) од.

У тесті на текучість виявлено також високозначущі відмінності $F=575,01$ ($p<0,001$). Найбільше значення показав матеріал АСВМН: (23,41±0,14) мм, а найменше – АСВМВ: (17,19±0,12) мм. АСВМД посідав проміжне положення (18,22±0,05) мм, достовірно відрізняючись як від АСВМВ, так і від АСВМН та АСВМІ. Найвища еластичність, виражена як відносне подовження до розриву, спостерігалась у матеріалу АСВМД (91,1±0,7) %. ANOVA показала значні відмінності між матеріалами ($F=138,01$; $p<0,001$), а тест Тьюкі підтвердив достовірність переваги АСВМД над усіма іншими матеріалами (зокрема, у порівнянні з АСВМН: [77,2±0,4] %) (*рис. 1*).

Розраховані значення $\eta^2$ за результатами однофакторного ANOVA підтвердили високий рівень практичної значущості впливу типу А-силіконового матеріалу на фізико-механічні властивості. Найбільший ефект зафіксовано для

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

*Таблиця 1. Фізико-механічні показники А-силіконових відбиткових матеріалів типу I (високов'язкі) (M±m)*

| Властивості А-силіконових відбиткових матеріалів та одиниці виміру | Індикатор якості ISO 4823 | Матеріали та їх виробники | | | | F (фактор Фішера) ANOVA (p-значення) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | «АСВМД» АТ «Стома», Україна | «АСВМВ» АТ «Стома», Україна | «АСВМН», Німеччина | «АСВМІ», Італія | |
| Просторова стабільність, % | ≤1,0 | 0,59[a] [0,42; 0,76] | 0,62[d] [0,31; 0,93] | 0,64[b] [0,46; 0,82] | 0,77[c] [0,48; 1,06] | F=0,01 p=0,785 |
| Консистенція, мм | 20,0÷32,0 | 24,7 [24,1; 25,3] | 22,3 [21,6; 23,0] | 28,4 [28,0; 28,8] | 21,6[f] [21,5; 21,7] | F=45,60 p=0,001 |
| Твердість, од | 30,0÷60,0 | 64,93[a] [64,28; 65,58] | 61,52[d] [64,05; 64,99] | 53,38[b] [53,24; 53,52] | 48,71[c] [48,43; 48,99] | F=361,11 p=0,001 |
| Текучість, мм | 0,1÷20,0 | 18,22[b] [18,17; 18,27] | 17,19 [17,07; 17,31] | 23,41 [23,27; 23,55] | 20,1[c] [19,94; 20,26] | F=575,01 p=0,001 |
| Відносне подовження до розриву, % | ≥62,0 | 91,1[b] [90,4; 91,8] | 85,5[d] [85,3; 85,7] | 77,2[b] [76,8; 77,6] | 81,8[c] [81,7; 81,9] | F=138,01 p=0,001 |

Примітки: [a] – достовірні відмінності між матеріалами 1 та 2 на рівні p≤0,001;
[b] – достовірні відмінності між матеріалами 1 та 3 на рівні p≤0,001;
[c] – достовірні відмінності між матеріалами 1 та 4 на рівні p≤0,001;
[d] – достовірні відмінності між матеріалами 2 та 3 на рівні p≤0,001;
[f] – достовірні відмінності між матеріалами 3 та 4 на рівні p≤0,001.

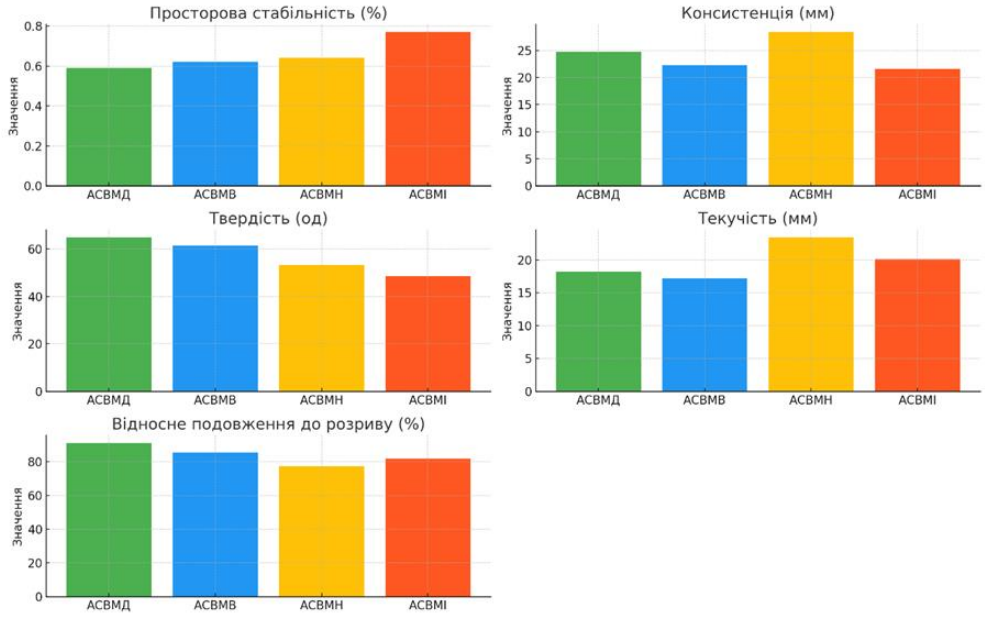


*Рис. 1. Порівняння показників фізико-механічних властивостей А-силіконових відбиткових матеріалів типу I (високов'язкі).*

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

текучості ($\eta^2$=0,98), твердості ($\eta^2$=0,97), консистенції ($\eta^2$=0,79) та відносного подовження до розриву ($\eta^2$=0,92). Усі показники належать до категорії великого ефекту ($\eta^2$>0,14), що вказує на суттєву міжгрупову варіабельність та клінічну релевантність відмінностей. Таким чином, тип матеріалу істотно впливає на ключові властивості та має враховуватись при його клінічному виборі.

З метою поглибленої оцінки функціональних властивостей А-силіконових матеріалів типу І було здійснено статистичний аналіз за показниками: деформація стиснення, відновлення після деформації, міцність при стисненні, вигинаюча напруга та в'язкість.

За показником деформації стиснення було виявлено статистично значущі відмінності між матеріалами (F=44,18; p<0,001). Пост-хок аналіз Тьюкі засвідчив, що АСВМД достовірно перевищує АСВМВ, АСВМН та АСВМІ. Найнижче значення мав АСВМІ (15,7 %), що вказує на зменшену еластичність цього матеріалу при навантаженні (*табл. 2*).

Відновлення після деформації також мало високу варіативність (F=7121,31; p<0,001). АСВМД продемонстрував максимальне значення (99,95 %), яке достовірно перевищувало всі інші матеріали. Найгірший показник мав АСВМН (92,78 %), з достовірною різницею між усіма парами. Міцність при стисненні показала статистичну значущість (F= =4,26; p=0,0085), де АСВМД перевищував АСВМН на достовірному рівні (p< <0,05), хоча інші порівняння виявились несуттєвими. Показник вигинаючої напруги виявив помірну варіативність між матеріалами (F=3,32; p=0,0232). АСВМД достовірно перевищував АСВМН, але не мав статистичної переваги над АСВМВ та АСВМІ. В'язкість також продемонструвала суттєві міжгрупові відмінності (F=588,37; p<0,001). АСВМД достовірно перевищував АСВМН та АСВМІ, але був нижчим за АСВМВ, що узгоджується з клінічними очікуваннями щодо високої стабільності матеріалу при збереженні адекватної плинності (*рис. 2*).

Для оцінки практичної значущості статистичних відмінностей між А-силіконами типу І за функціональними показниками було розраховано $\eta^2$. Найвищий розмір ефекту зафіксовано для відновлення після деформації ($\eta^2$=0,9983), в'язкості ($\eta^2$=0,9800) та деформації стиснення ($\eta^2$=0,7862), що свідчить про значний вплив типу матеріалу. Міцність при стисненні ($\eta^2$=0,2619) та вигинаюча напруга ($\eta^2$=0,2167) мали помірний ефект, але залишались клінічно релевантними. Загалом, усі показники, окрім двох із помірним $\eta^2$, демонстрували високий рівень практичної значущості, підкреслюючи важливість матеріалознавчих характеристик у виборі А-силіконів для клінічного застосування.

Просторова стабільність матеріалів типу ІІІ варіювалася від [0,17±0,06] % (АСВМД) до [0,28±0,15] % (АСВМН), без статистично значущих відмінностей між групами (p>0,05), що свідчить про високу стабільність усіх зразків відповідно до стандарту ISO 4823 (≤1,0 %). Консистенція показала суттєві відмінності (F=382,47; p<0,001), з найвищим значенням у АСВМД ([43,8±0,2] мм) та найнижчим у АСВМІ ([37,1±0,8] мм). Пост-хок тест Тьюкі підтвердив достовірні відмінності між АСВМД та іншими матеріалами. За показником твердості АСВМД ([29,44±2,01] од.) значно перевищував АСВМН (21,72±1,81) та АСВМІ (23,43±1,09) (F=45,63; p< <0,001), вказуючи на більш жорстку структуру. Текучість варіювалася від 50,8 мм до 57,1 мм, з найвищим показником у АСВМІ ([57,1±2,7] мм) та найнижчим у АСВМВ ([50,8±4,3] мм).

Статистичний аналіз показав значущу різницю між групами (F=9,45; p< <0,001), де АСВМІ достовірно перевищував АСВМВ (p<0,05). Вимірювання

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

*Таблиця 2. Фізико-механічні показники А-силіконових відбиткових матеріалів типу І (високов'язкі) (M±m)*

| Властивості А-силіконових відбиткових матеріалів та одиниці виміру | Індикатор якості ISO 4823 | Матеріали та їх виробники | | | | F (фактор Фішера) ANOVA (p-значення) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | «АСВМД» АТ «Стома», Україна | «АСВМВ» АТ «Стома», Україна | «АСВМН», Німеччина | «АСВМІ», Італія | |
| Деформація стиснення, % | 0,8÷20,0 | 28,2[a] [27,0; 29,4] | 21,7[e] [19,2; 24,2] | 18,8[b] [17,9; 19,7] | 15,7[c] [14,1; 17,3] | F=44,18 p=0,001 |
| Відновлення після деформації, % | ≥96,5 | 99,95[a] [99,93; 99,97] | 96,87[e] [96,86; 96,88] | 92,78[b] [92,65; 92,91] | 97,46[c] [97,04; 97,88] | F=7121,31 p=0,001 |
| Міцність при стиснені, МПа | ≥0,35 | 0,66[a] [0,63; 0,69] | 0,54 [0,42; 0,76] | 0,52[b] [0,25; 0,79] | 0,61 [0,43; 0,79] | F=4,26 p=0,001 |
| Вигинаюча напруга, МПа | ≥5 | 6,78 [4,94; 8,62] | 5,82 [4,55; 7,09] | 5,03[f] [2,91; 7,15] | 5,49 [3,43; 7,55] | F=3,326 p=0,001 |
| В'язкість, Па·с | 20,0÷50,0 | 37,56 [37,49; 37,63] | 40,12 [39,89; 40,35] | 29,43 [29,02; 29,84] | 31,67 [30,63; 32,71] | F=588,37 p=0,001 |

Примітки: [a] – достовірні відмінності між матеріалами 1 та 2 на рівні p≤0,001;
[b] – достовірні відмінності між матеріалами 1 та 3 на рівні p≤0,001;
[c] – достовірні відмінності між матеріалами 1 та 4 на рівні p≤0,001;
[e] – достовірні відмінності між матеріалами 2 та 4 на рівні p≤0,001;
[f] – достовірні відмінності між матеріалами 3 та 4 на рівні p≤0,001.

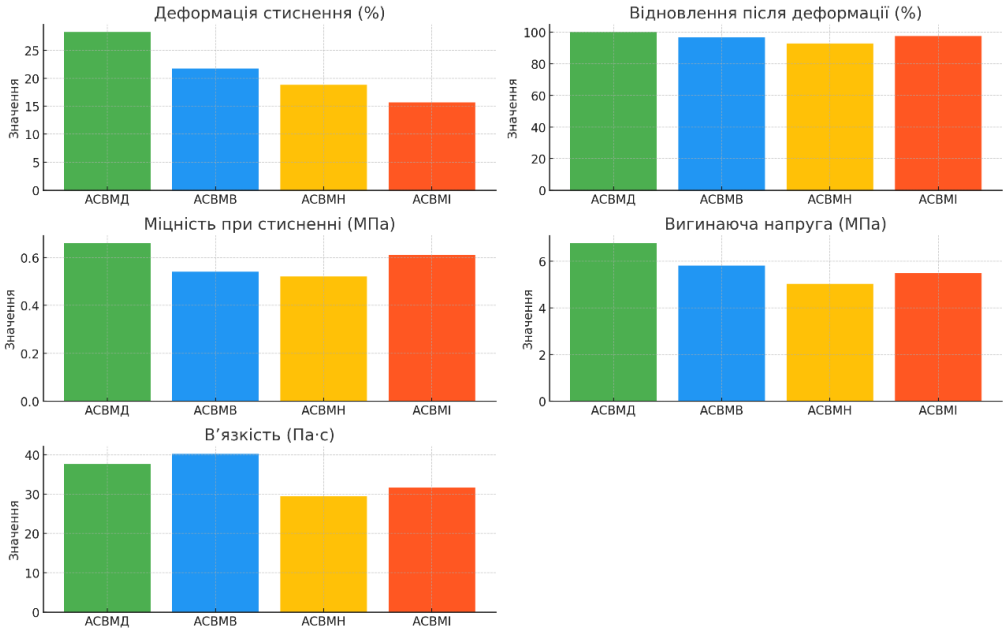


*Рис. 2. Порівняння показників фізико-механічних властивостей А-силіконових відбиткових матеріалів типу І (високов'язкі).*

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

відносного подовження до розриву показало, що АСВМД ([87,1±3,2] %) достовірно перевищує всі інші матеріали ($F=88,90$; $p<0,001$), тоді як найнижчий рівень еластичності виявлено у АСВМІ ([69,4±2,5] %), що свідчить про знижену здатність до відновлення після деформації (*табл. 3* та *рис. 3*).

Результати засвідчили, що найбільший ефект спостерігався щодо консистенції ($\eta^2=0,9696$) та відносного подовження до розриву ($\eta^2=0,8813$), що вказує на майже повну пояснюваність дисперсії результатів типом матеріалу. Високе значення $\eta^2$ також було зафіксовано для твердості ($\eta^2=0,7917$), що свідчить про значний вплив досліджуваного чинника на жорсткість полімеризованого матеріалу.

Показник текучості мав $\eta^2=0,4406$, що також відноситься до категорії великого ефекту ($\eta^2>0,14$), хоча і з помірнішою вираженістю впливу порівняно з іншими властивостями.

У свою чергу, просторову стабільність матеріалів було охарактеризовано як однаково високу для всіх груп, без статистично значущих відмінностей ($p>0,05$), що узгоджується з вимогами стандарту ISO 4823 (≤1,0 %) і не потребує додаткового розрахунку $\eta^2$.

У межах дослідження матеріалів типу III (низьков'язкі), аналогічний аналіз продемонстрував важливі міжгрупові відмінності для більшості показників.

Деформація стиснення істотно варіювала між зразками ($F=468,57$; $p<0,001$). АСВМІ мав найвищий показник (18,9 %), що достовірно перевищувало значення АСВМД (12,7 %). Відновлення після деформації також було статистично значущим ($F=622,77$; $p<0,001$), хоча всі матеріали відповідали нормативу ISO (≥96,5 %). АСВМД мав найвищий показник (99,7 %), що достовірно перевищував АСВМІ ($p<0,05$) (*табл. 4*).

За показником міцності при стисненні виявлено достовірні відмінності ($F=14,91$; $p<0,001$). АСВМН мав найкраще значення (20,1 Н/мм²), значуще вище, ніж у АСВМІ (16,4 Н/мм²). Вигинаюча напруга була значно вищою у АСВМД (5,52 МПа), порівняно з усіма іншими матеріалами ($F=17,81$; $p<0,001$). Відмінності між кожною парою груп виявились статистично значущими. В'язкість також істотно відрізнялась ($F=1364,01$; $p<0,001$). Найвищий показник мав АСВМН (18,43 мм), а найнижчий – АСВМІ (15,91 мм). АСВМД займав проміжне положення, достовірно перевищуючи АСВМВ, але поступаючись АСВМН.

Результати свідчать про надзвичайно сильний вплив типу матеріалу на обидва показники. Зокрема, для деформації стиснення значення $\eta^2$ становило 0,9749, що означає, що майже 97,5 % дисперсії цього параметра пояснюється різницею між матеріалами. Аналогічно, $\eta^2$ для відновлення після деформації склало 0,9811, що підтверджує ще вищу практичну значущість впливу типу матеріалу на здатність до відновлення після механічного навантаження.

Хоча всі досліджувані матеріали відповідали нормативним вимогам ISO (деформація ≤18,9 %, відновлення ≥96,5 %), статистично достовірна перевага матеріалу АСВМД над АСВМІ була зафіксована в обох випадках.

Це підкреслює доцільність використання АСВМД у клінічній практиці, де важливе поєднання мінімальної деформації під навантаженням та максимальної здатності до відновлення форми. Таким чином, надвисокі значення $\eta^2$ свідчать про винятково сильний ефект вибору матеріалу на функціональні характеристики, що має безпосереднє практичне значення для клінічного застосування в ортопедичній стоматології.

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

*Таблиця 3. Фізико-механічні показники А-силіконових відбиткових матеріалів типу III (низьков'язкі) (M±m)*

| Властивості А-силіконових відбиткових матеріалів та одиниці виміру | Індикатор якості ISO 4823 | Матеріали та їх виробники | | | | F (фактор Фішера) ANOVA (p-значення) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | «АСВМД» АТ «Стома», Україна | «АСВМВ» АТ «Стома», Україна | «АСВМН», Німеччина | «АСВМІ», Італія | |
| Просторова стабільність, % | ≤1,0 | 0,17 [0,11; 0,23] | 0,21 [0,12; 0,30] | 0,28 [0,23; 0,33] | 0,19 [0,15; 0,23] | p>0,05 |
| Консистенція, мм | 36,0÷55,0 | 43,8[c] [43,6; 44,0] | 40,3[e] [39,9; 40,7] | 39,2 [38,5; 39,9] | 37,1 [36,3; 37,9] | F=382,47 p=0,001 |
| Твердість, од | 20,0÷30,0 | 29,44[b] [27,43; 31,45] | 27,17 [26,09; 28,25] | 21,72 [19,91; 23,53] | 23,43[c] [22,34; 24,52] | F=45,63 p=0,001 |
| Текучість, мм | 30,0÷60,0 | 54,4 [52,0; 56,8] | 50,8 [46,5; 55,1] | 53,7 [50,5; 56,9] | 57,1 [54,4; 59,8] | F=9,45 p=0,001 |
| Відносне подовження до розриву, % | ≥62,0 | 87,1[c] [83,9; 90,3] | 83,7[e] [80,9; 86,5] | 72,7 [70,8; 74,6] | 69,4 [66,9; 71,9] | F=88,90 p=0,001 |

Примітки: [b] – достовірні відмінності між матеріалами 1 та 3 на рівні p≤0,001;
[c] – достовірні відмінності між матеріалами 1 та 4 на рівні p≤0,001;
[e] – достовірні відмінності між матеріалами 2 та 4 на рівні p≤0,001.

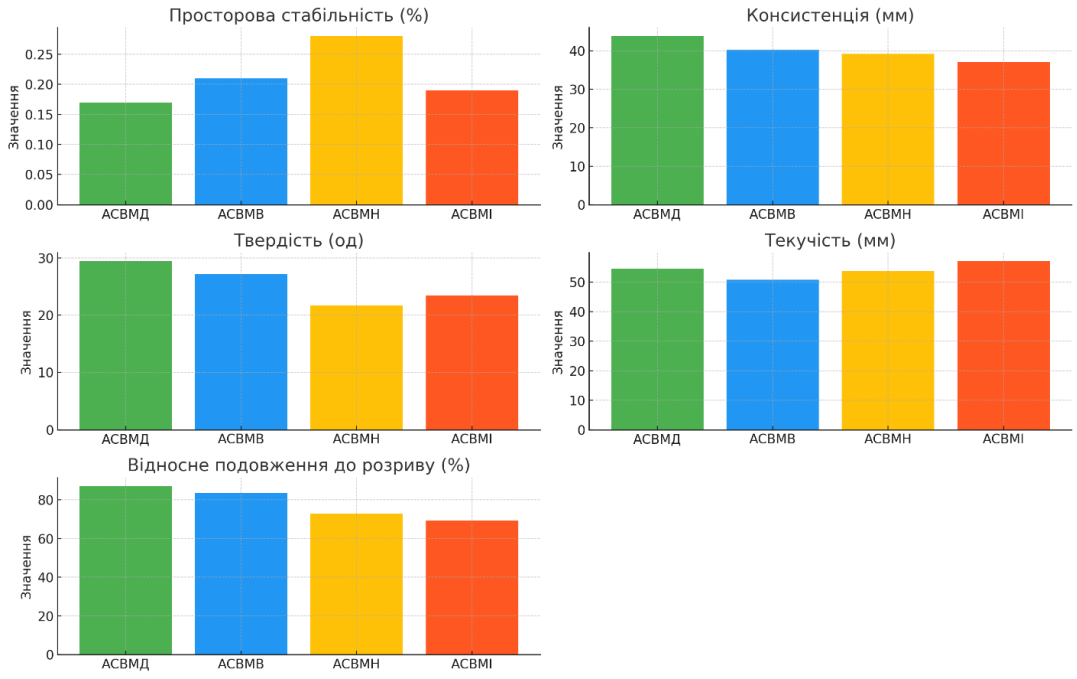


*Рис. 3. Порівняння показників фізико-механічних властивостей А-силіконових відбиткових матеріалів типу III (низьков'язкі).*

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

*Таблиця 4. Фізико-механічні показники А-силіконових відбиткових матеріалів типу III (низьков'язкі) (M±m)*

| Властивості А-силіконових відбиткових матеріалів та одиниці виміру | Індикатор якості ISO 4823 | Матеріали та їх виробники | | | | F (фактор Фішера) ANOVA (p-значення) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | «АСВМД» АТ «Стома», Україна | «АСВМВ» АТ «Стома», Україна | «АСВМН», Німеччина | «АСВМІ», Італія | |
| Деформація стиснення, % | 0,5÷20,0 | 12,7[c] [12,6; 12,8] | 15,3[e] [14,5; 16,1] | 18,6 [18,4; 18,8] | 18,9 [18,4; 19,4] | F=468,57 p=0,001 |
| Відновлення після деформації, % | ≥96,5 | 99,7 [99,68; 99,72] | 99,3 [99,29; 99,31] | 99,6 [99,53; 99,67] | 99,4 [99,37; 99,43] | F=622,77 p=0,001 |
| Міцність при стисненні, МПа | 0,9÷22,0 | 18,6[a] [18,2; 19,0] | 17,3 [16,5; 18,1] | 20,1[b] [19,9; 20,3] | 16,4[c] [15,7; 17,1] | F=14,91 p=0,001 |
| Вигинаюча напруга, МПа | ≥2,5 | 5,52[a] [5,09; 5,95] | 4,13 [3,42; 4,84] | 3,64[b] [3,37; 3,91] | 3,39[c] [2,77; 4,01] | F=17,81 p=0,001 |
| В'язкість, Па·с | ≤21,0 | 17,72 [17,66; 17,78] | 16,13 [16,11; 16,15] | 18,43 [18,32; 18,54] | 15,91 [15,74; 16,08] | F=1364,01 p=0,001 |

Примітки: [a] – достовірні відмінності між матеріалами 1 та 2 на рівні p≤0,001;
[b] – достовірні відмінності між матеріалами 1 та 3 на рівні p≤0,001;
[c] – достовірні відмінності між матеріалами 1 та 4 на рівні p≤0,001;
[e] – достовірні відмінності між матеріалами 2 та 4 на рівні p≤0,001;
[f] – достовірні відмінності між матеріалами 3 та 4 на рівні p≤0,001.

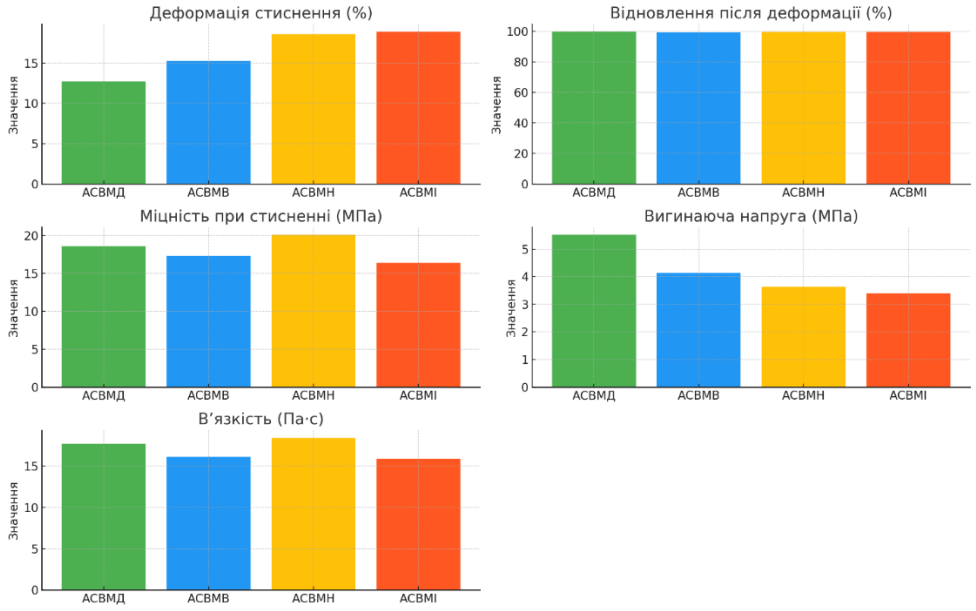


*Рис. 4. Порівняння показників фізико-механічних властивостей А-силіконових відбиткових матеріалів типу III (низьков'язкі).*

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

**Обговорення**

Успішне виготовлення різноманітних незнімних конструкцій зубних протезів значною мірою залежить від відбиткового матеріалу, яким працює лікар-ортопед [6; 7]. На сьогодні все частіше користуються А-силіконовими відбитковими матеріалами, які завжди були вибором матеріалу через їх фізико-механічні властивості, що призводить до покращення якості гіпсових моделей [8]. Властивості в'язкості даних відбиткових матеріалів відіграють важливу роль у їх успішному застосуванні [9]. Рівень постійної деформації, залежить від тривалості стиснення, що діє на матеріал [10]. Деформація стиснення в 0,4 % була оцінена як клінічно значуща межа деформації [11]. Пружне відновлення є важливим для визначення точності відбиткового матеріалу [12; 13]. При аналізі зарубіжних джерел, було з'ясовано, що 60 % деформації відбитку може відбутися під час виведення його з порожнини рота пацієнта із руйнуванням цілісності коректора у межах шийки відпрепарованих зубів глибиною 1 мм під час і після вулканізації матеріалу [2; 14].

У літературі є повідомлення, що середній час відновлення А-силіконового відбиткового матеріалу після деформації коливається від 2,8 хв. до 6,8 хв., тому всі досліджувані матеріали відповідали вимогам ISO 4823, які вимагають ≥96,5 % відновлення [5; 6; 9]. Більше пружне відновлення А-силіконових відбитковий матеріалів пояснюється відмінним поперечним зшиванням гідридної групи між полімерними ланцюгами [15]. Деякі автори наголошують, що твердість матеріалу завжди більша через 30 хв після початку змішування, ніж під час вулканізації. Це пояснюється тим, що полімеризація триває після закінчення часу схоплювання [7; 15].

**Висновки**

У результаті порівняльного аналізу фізико-механічних властивостей А-силіконових відбиткових матеріалів типу I (високов'язкі) та типу III (низьков'язкі) встановлено достовірні міжгрупові відмінності за більшістю ключових показників ($p<0,05$), що підтверджено ANOVA та тестом Тьюкі.

Серед зразків типу I найкращі характеристики мав А-силіконовий відбитковий матеріал з декоментаційними властивостями, демонструючи найвищі значення твердості (64,93 од.), еластичності (91,1 %), деформації стиснення (28,2 %) і відновлення після деформації (99,95 %). У групі типу III цей матеріал також переважав за консистенцією (43,8 мм), твердістю (29,44 од.), еластичністю (87,1 %) і вигинаючою напругою (5,52 МПа).

Усі зразки відповідали стандарту ISO 4823, проте А-силіконовий відбитковий матеріал з декоментаційними властивостями мав найвищі значення стабільності та відновлення форми. Це дозволяє рекомендувати його як найбільш збалансований варіант для клінічного застосування у незнімному протезуванні, особливо за умов, що потребують високої точності та еластичності.

**Конфлікт інтересів** відсутній.

**Література**

1. Nordenram G, Davidson T, Gynther G, Helgesson G, Hultin M, Jemt T, et al. Qualitative studies of patients' perceptions of loss of teeth, the edentulous state and prosthetic rehabilitation: a systematic review with meta-synthesis. Acta Odontol Scand. 2013;71(3-4):937-51. DOI: 10.3109/00016357.2012.734421. PMID: 23101439.

2. Rao S, Chowdhary R, Mahoorkar S. A systematic review of impression technique for conventional complete denture. J Indian Prosthodont Soc. 2010;10(2):105-11. DOI: 10.1007/s13191-010-0020-2. PMID: 21629453.

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

3. Re D, De Angelis F, Augusti G, Augusti D, Caputi S, D'Amario M, D'Arcangelo C. Mechanical Properties of Elastomeric Impression Materials: An In Vitro Comparison. Int J Dent. 2015;2015:428286. DOI: 10.1155/2015/428286. PMID: 26693227.

4. Chee WW, Donovan TE. Polyvinyl siloxane impression materials: a review of properties and techniques. J Prosthet Dent. 1992;68(5):728-32. DOI: 10.1016/0022-3913(92)90192-d. PMID: 1432791.

5. ISO 4823:2021. Dentistry – Elastomeric impression and bite registration materials. 2021. International Organization for Standardization [Internet]. Available at: https://www.iso.org/standard/73328.html [accessed 31 Mar 2025].

6. Chai J, Takahashi Y, Lautenschlager EP. Clinically relevant mechanical properties of elastomeric impression materials. Int J Prosthodont. 1998;11(3):219-23. PMID: 9728115.

7. Rubel BS. Impression materials: a comparative review of impression materials most commonly used in restorative dentistry. Dent Clin North Am. 2007;51(3):629-42, vi. DOI: 10.1016/j.cden.2007.03.006. PMID: 17586147.

8. Shetty RM, Bhandari GR, Mehta D. Vinyl Polysiloxane Ether: A Breakthrough in Elastomeric Impression Material. World J Dent. 2014;5(2):134-7. DOI: 10.5005/jp-journals-10015-1274.

9. Tabesh M, Alikhasi M, Siadat H. A comparison of implant impression precision: Different materials and techniques. J Clin Exp Dent 2018;10(2):e151-7. DOI: 10.4317/jced.54457. PMID: 29670733.

10. Nassar U, Flores Mir C, Heo G, Torrealba Y. The effect of prolonged storage and disinfection on the dimensional stability of 5 vinyl polyether silicone impression materials. J Adv Prosthodont. 2017;9(3):182-7. DOI: 10.4047/jap.2017.9.3.182. PMID: 28680549.

11. Pandey P, Mantri S, Bhasin A, Deogade SC. Mechanical properties of a new vinyl polyether silicone in comparison to vinyl polysiloxane and polyether elastomeric impression materials. Contemp Clin Dent. 2019;10(2):203-7. DOI: 10.4103/ccd.ccd_324_18. PMID: 32308278.

12. Rathee S, Eswaran B, Eswaran M, Prabhu R, Geetha K, Krishna G, Jagadeshwari. A Comparison of Dimensional Accuracy of Addition Silicone of Different Consistencies with Two Different Spacer Designs – In-vitro Study. J Clin Diagn Res. 2014;8(7):ZC38-41. DOI: 10.7860/JCDR/2014/9139.4585. PMID: 25177635.

13. Hiremath V, Vinayakumar G, Ragher M, Rayannavar S, Bembalagi M, Ashwini BL. An Evaluation of the Effect of Various Gloves on Polymerization Inhibition of Elastomeric Impression Materials: An In vitro Study. J Pharm Bioallied Sci. 2017;9(Suppl_1):S132-7. DOI: 10.4103/jpbs.JPBS_122_17. PMID: 29284952.

14. Mehta S, Virani H, Memon S, Nirmal N. A Comparative Evaluation of Efficacy of Gingival Retraction Using Polyvinyl Siloxane Foam Retraction System, Vinyl Polysiloxane Paste Retraction System, and Copper Wire Reinforced Retraction Cord in Endodontically Treated Teeth: An in vivo Study. Contemp Clin Dent. 2019;10(3):428-432. DOI: 10.4103/ccd.ccd_708_18. PMID: 32308315.

15. Aivatzidou K, Kamalakidis SN, Emmanouil I, Michalakis K, Pissiotis AL. Comparative Study of Dimensional Stability and Detail Reproduction of Reformulated and Nonreformulated Elastomeric Impression Materials. J Prosthodont. 2021;30(4):345-50. DOI: 10.1111/jopr.13248. PMID: 32875682.

ISSN print 2414-4495, ISSN online 2710-1444, https://msz.knmu.edu.ua, msz.journal@knmu.edu.ua

***Bugaiev V.Y.***

**COMPARATIVE EVALUATION OF PROPERTIES OF A-SILICONE IMPRESSION MATERIALS**

Today, there are many methods of obtaining impressions of the prosthetic bed, which allows for high accuracy and dimensional stability of modern impression materials. The choice of material often depends on the doctor's preferences, ease of use, and economic aspects. However, with the development of technologies for the manufacture of fixed prostheses, the requirements for the quality of impressions have increased, because modern CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) systems provide the manufacture of artificial crowns with an edge fit of up to 20 microns. To achieve such a result, it is important to obtain a high-quality impression that accurately conveys information about the dimensions of the prosthetic bed. Today, even minor errors in impressions can be of significant clinical importance. Objective. To conduct a comparative assessment of the physical and mechanical properties of the improved A-silicone impression material in comparison with foreign analogues. Together with the accredited laboratory of JSC (Joint-Stock Company) Stoma in Kharkiv, the formulation of the domestic A-silicone impression material was improved and its comparative evaluation with analogues accredited in Ukraine was carried out. For the study, 80 samples (40 – from high viscosity materials (type I) and 40 – from low viscosity materials (type III) were produced to determine physical and mechanical properties, such as spatial stability, consistency, hardness, fluidity, strength, and toughness, in accordance with ISO (International Organization for Standardization) 4823. The measurement results are presented in the format M±m, where M is the mean value, m is the standard error of the mean (SEM). Statistical processing was carried out using parametric tests (Student's t-test and one-factor analysis of variance ANOVA) with subsequent comparison of group pairs using the Tukey post-hoc test. The level of statistical significance was set at $p \leq 0.05$. The materials used included an advanced a-silicone impression material with decoration properties A-silicone impression material with decorative properties and other variants from Ukraine.

***Keywords:*** *physical and mechanical properties, decontamination, impressions, international standards, denture designs.*

*Надійшла до редакції 22.02.2025*
*Прийнята для публікації 27.03.2025*
*Опублікована 31.03.2025*

**Відомості про автора**

*Бугаєв Владислав Юрійович* – аспірант кафедри ортопедичної стоматології Харківського національного медичного університету, Україна.

Адреса: Україна, 61000, Харківська обл., м. Чугуїв, вул. Героїв Чорнобильців 14.

E-mail: vybuhaiev.po23@knmu.edu.ua

ORCID: 0000-0003-1432-8229.