

ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ АЛЮМОСИЛІКАТНИХ АДГЕЗИВІВ  
ДЛЯ СКЛЕЮВАННЯ ДЕРЕВИНИ

Гузій С.Г., к.т.н., с.н.с.,

Науково-дослідний інститут в'язучих речовин і матеріалів ім. В. Д. Глуховського,  
Київський національний університет будівництва і архітектури  
sguziy2@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0147-5035

**Анотація.** Біологічним пошкодженням піддаються практично всі види існуючих матеріалів, в тому числі і клеї для деревини. В роботі наведені дані щодо біологічної стійкості алюмосилікатних основ адгезивів, призначених для склеювання масивів із деревини. Дослідження виконані згідно вимог ДСТУ EN 15457:2015 (EN 15457:2014, IDT); ДСТУ ISO/IEC 17025: ДСТУ EN 1275:2004. (EN 1275:1997, IDT). В результаті проведених експериментів встановлено, що алюмосилікатні адгезиви, які отримані на основі зв'язуючих складу  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (4,5-6)\text{SiO}_2 \cdot (17,5-20)\text{H}_2\text{O}$  стійкі до дії грибу *Aspergillus niger*, як найбільш агресивного до целюлозовмісних матеріалів. Визначено, що незалежно від складу поживного середовища, загальний рівень враження розглянутих алюмосилікатних адгезивів становить 1 бал, що свідчить про їх високу стійкість до дії даного гриба, яка забезпечується високим значенням рН водної витяжки адгезиву – 11,25.

**Ключові слова:** адгезив, алюмосилікатне зв'язуюче, біостійкість, гриб *Aspergillus niger*, деревина сосни.

**Введення.** Біопшкодженням схильні практично всі матеріали, в тому числі цементні розчини і бетони, композиційні матеріали на полімерних та інших зв'язуючих, деревина і т.д. [1–3]. Встановлено, що понад 50% загального обсягу реєстрованих в світі ушкоджень пов'язані з діяльністю мікроорганізмів. Руйнування мікроорганізмами та продуктами їх метаболізму, зазвичай, відбуваються під впливом не якої-небудь однієї групи, а комплексу, що включає і бактерії, і гриби. Одна група мікроорганізмів своєю діяльністю готує субстрат для іншої. При цьому виникають нові зв'язки між окремими мікроорганізмами, постійно формуються взаємопов'язані асоціації, які забезпечують виживання і адаптацію кожного виду окремо, особливо при наявності вологи та рН середовища від 4 до 4,5.

Кількісне співвідношення біопшкоджень різних матеріалів представлено на рис. 1.

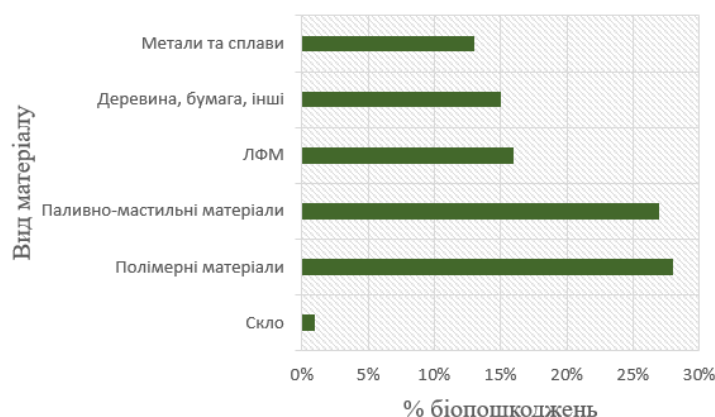


Рис. 1. Кількісне співвідношення біопшкоджень різних матеріалів [4]

Як видно з рис. 1, частка пошкодження матеріалів із деревини становить 15%, а полімерних, до яких відносяться і клеї для склеювання деревини, становить 28%. Як показує статистика, з різних видів мікроорганізмів найбільше шкідливу дію клеям для деревини

надають міцеліальні гриби [5]. Їх висока деструктивна активність обумовлена здатністю адаптуватися до підкладів різної хімічної природи, що пов'язано, перш за все, з наявністю у них добре розвинутого, потужного і мобільного ферментного комплексу. Метаболічні особливості грибів, що викликають пошкодження, полягають в тому, що вони володіють системами високоактивних окислювальних, гліколітичних і інших ферментів, які здійснюють різноманітні хімічні перетворення складних субстратів. Розщеплення таких субстратів може відбуватися шляхом окислення, гідроксилування, розриву кільця і подвійних зв'язків в циклічних з'єднаннях, трансформації молекул і з'єднань, біохімічного синтезу і іншими шляхами.

**Аналіз останніх публікацій.** Згідно даних [5] певним вирішенням даної проблеми є використання в складі клеїв біоцидних добавок: сполук міді, хрому, цинку, срібла, олова, гуанідину, хлорметильних похідних ароматичних вуглеводнів із пиридіном.

Пагубним середовищем для проростання міцелію грибів є лужне. Згідно даних [6] силікатні композиції на рідинному склі є грибостійкими, а модифіковані кремнійфтористим натрієм – є фунгіцидними. Клеї на основі рідинних стекел використовуються, в основному, при виробництві картону.

Зовсім відсутня інформація щодо біостійкості мінеральних клеїв для склеювання деревини, особливо на алюмосилікатній основі. Тому дослідження в цьому напрямку є актуальними.

**Мета та завдання.** Метою роботи є визначення впливу складу лужного алюмосилікатного зв'язуючого на біостійкість алюмосилікатних адгезивів для деревини, що в умовах експлуатації підвищить довговічність склеєних масивів деревини. Для досягнення мети вирішувалась задача біостійкості алюмосилікатного адгезиву для склеювання деревини під дією міцелярних аскомікотових грибів із родини аспергілових і хетомієвих.

**Матеріали та методика дослідження.** Для отримання лужного алюмосилікатного зв'язуючого складу  $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot(4,5-6)\text{SiO}_2\cdot(17,5-20)\text{H}_2\text{O}$  із значенням  $\text{pH}=11,25$  в якості модельної системи використовували: метакаолін, мікрокремнезем та натрієве рідинне скло. Розрахунок оптимального співвідношення оксидів здійснювали з урахуванням рекомендацій [7–9]. Коригування складу зв'язуючого по лужним оксидам виконували за допомогою їх водних розчинів.

По даним роботи [9], адгезиви при співвідношенні основних структуроутворюючих оксидів  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=4,5$  і  $\text{SiO}_2/\text{H}_2\text{O}=17,5$  доцільно використовувати для склеювання масивів деревини (База I), а по даним роботи [10], адгезиви при співвідношенні основних структуроутворюючих оксидів  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=6$  і  $\text{SiO}_2/\text{H}_2\text{O}=20$  – як більш пружної системи [11–15] доцільно використовувати для склеювання фанери та конструктивних елементів з підвищеною вогнестійкістю клейового шва (База II).

Для отримання алюмосилікатного адгезиву для склеювання масивів деревини в склад доцільно вводили ряд функціональних органо-мінеральних добавок [16]. Добавки сприятимуть регулюванню реологічних характеристик – в'язкості, розтічності, кута змочування та інших. Комплекс органо-мінеральних добавок є предметом “ноу-хау” і в цій роботі не розкривається.

Приготування лужного алюмосилікатного зв'язуючого та адгезиву на його основі здійснювали в лабораторному дисольвері.

Біостійкість адгезивів проводили згідно вимог ДСТУ EN 15457:2015 Фарби та лаки. Лабораторний метод визначення ефективності плівкових біоцидів у покритті проти грибів (EN 15457:2014, IDT); ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій»; ДСТУ EN 1275:2004. Засоби хімічні дезінфекційні та антисептичні основна фунгіцидна активність. Метод випробовування та вимоги (стадія 1) (EN 1275:1997, IDT).

Методика виконання експерименту по визначенню біостійкості:

1) були відібрані зразки покривних матеріалів за нормами EN ISO 1513;

2) для перевірки на контамінацію зразки покривних матеріалів були поміщені в чашки Петрі із середовищем Чапека на 5 днів при температурі  $23\pm 2^\circ\text{C}$  і  $50\pm 5\%$  відносної вологості за EN 23270; результат – зразки не заражені патогенною флорою та грибами (рис. 2);



Рис. 2. Контамінація покривних матеріалів у середовищі Чапека

3) підготовлені 6 дисків фільтрувального паперу з діаметром 55 мм для кожного зразка адгезиву. Перед нанесенням диски стерилізували гамма випромінюванням  $> 10$  кГр;

4) в підготовлені та простерилізовані (див. вище) в чашки Петрі були поміщені середовища Чапека і Сабуро, по 3 на кожне. Склад поживних середовищ для мікробіологічного аналізу [2]:

– картопляно-глюкозний агар – КГА (г/л): картопля – 200,0; глюкоза – 20,0; агар-агар – 20,0; дистильована вода;

– Чапека-Докса з агаром (г/л):  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 0,7;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  – 0,3;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,5;  $\text{NaNO}_3$  – 2,0;  $\text{KCl}$  – 0,5;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,01; сахароза – 30,0; вода дистильована;

– Сабуро (г/л): глюкоза – 40,0; пептони – 10,0; агар-агар – 20,0; вода дистильована.

5) було проведено тест посів культур Аспергіл чорний (*Aspergillus niger*) в Сусла агар 6% Баленга і Хетомій кульовий (*Chaetomium globosum*) в КГА (картопляно-глюкозний агар) з фільтрувальним папером при температурі  $24 \pm 2^\circ\text{C}$  протягом 7 днів (рис. 3); результат – *Aspergillus niger* проріс, *Chaetomium globosum* – не проріс;

6) підготовлено суспензію суперечка *Aspergillus niger* з концентрацією  $10^6$  суперечка/мл;

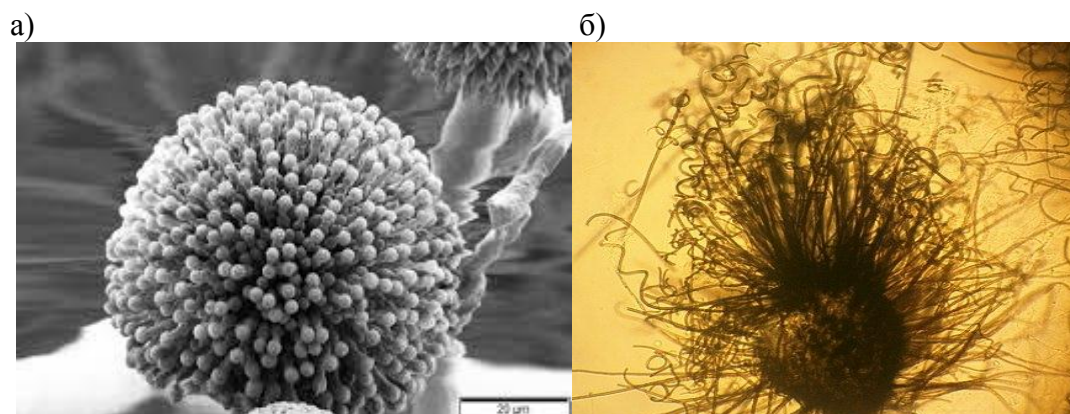


Рис. 3. Мікрофотографії грибів *Aspergillus niger* (а) і *Chaetomium globosum* (б) [17, 18]

7) провели зараження чашок Петрі із середовищем, в якому знаходилися зразки адгезивів, що нанесені на фільтрувальний папір. Наносили 3 краплі на диск і 3 в середовище (рис. 2), приблизно  $0,5 \cdot 10^6$  суперечка в одну чашку;

8) чашки Петрі зі зразками помістили в термостат з температурою  $24 \pm 2^\circ\text{C}$  на 21 день;

9) фіксацію змін виконували на 7, 14, 21 день випробувань;

10) оцінку ступеню пошкодження визначали в балах, згідно вимог стандарту.

**Результати досліджень.** Враховуючи той факт, що при виготовленні клеєних виробів із деревини використовується некондиційна сировина сосни, що вражена патогенними грибами, доцільним є дослідження біостійкості алюмосилікатних адгезивів. Для цього були обрані два види адгезивів, отриманих на основі алюмосилікатного зв'язуючого складу  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,5\text{SiO}_2 \cdot 17,5\text{H}_2\text{O}$  (База I) і  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$  (База II).

Результати досліджень наведені на рис. 4-6 і в табл. 1-3.

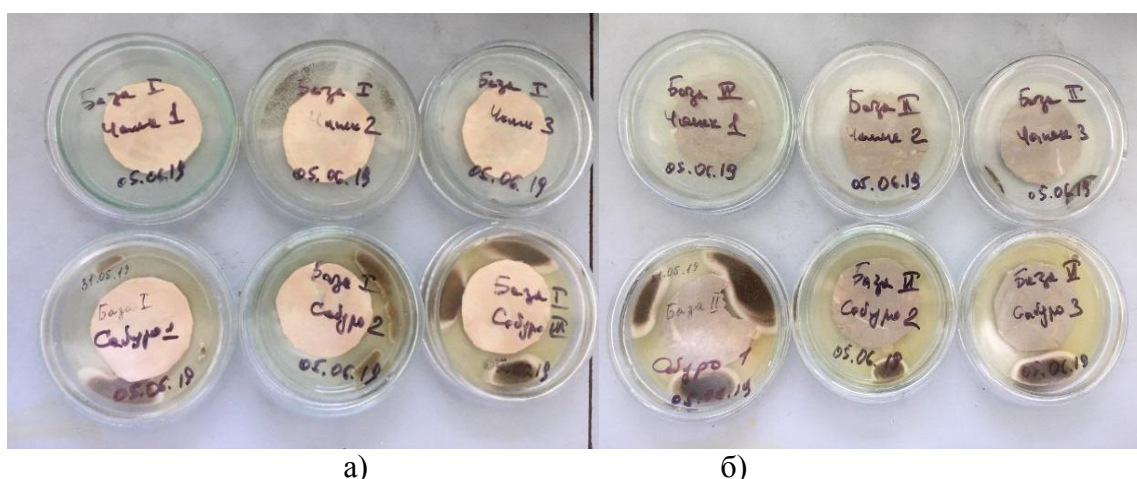


Рис. 4. Зони росту грибу *Aspergillus niger* в живильних середовищах Чапек і Сабуро після 7 дб від зараження на алюмосилікатних адгезивах: а – База I; б – База II

Таблиця 1 – Рівень враження грибом *Aspergillus niger* на 7 добу

Алюмосилікатний адгезив, База I						
Середовище	Сабуро 1	Сабуро 2	Сабуро 3	Чапек 1	Чапек 2	Чапек 3
Рівень враження	0	0	0	0	0	0
Зона затримки росту (мм)	8; 11	10; 10; 15	0; 0,3	20; 20; 20	0; 0; 20	15; 20; 20
Алюмосилікатний адгезив, База II						
Середовище	Сабуро 1	Сабуро 2	Сабуро 3	Чапек 1	Чапек 2	Чапек 3
Рівень враження	0	0	0	0	0	0
Зона затримки росту (мм)	4; 0,4	10; 20; 15	3; 15; 12	20; 20; 20	20; 20; 20	13; 13; 20

Як видно з даних рис. 4 і даних табл. 1 на 7 добу від зараження, незалежно від живильних середовищ, не відмічено рівню враження грибом *Aspergillus niger* алюмосилікатних адгезивів Бази I і Бази II. Середнє значення зон затримки росту грибу для середовища Сабуро складає 9,05 мм, для середовища Чапек – 19,3 мм (для Бази I); відповідно, середнє значення зон затримки росту грибу для середовища Сабуро складає 9,93 мм, для середовища Чапек – 18,3 мм (для Бази II).

Як видно з даних рис. 5 і даних табл. 2 на 14 добу від зараження, в середовищі Чапек для адгезиву Бази I і в середовищі Сабуро для адгезиву Бази II відмічено 1 рівень враження грибом *Aspergillus niger*. Середнє значення зон затримки росту грибу для середовища Сабуро складає 8

мм, для середовища Чапек – 18,75 мм (для Базис I); відповідно, середнє значення зон затримки росту грибу для середовища Сабуро складає 11 мм, для середовища Чапек – 18 мм (для Базис II).

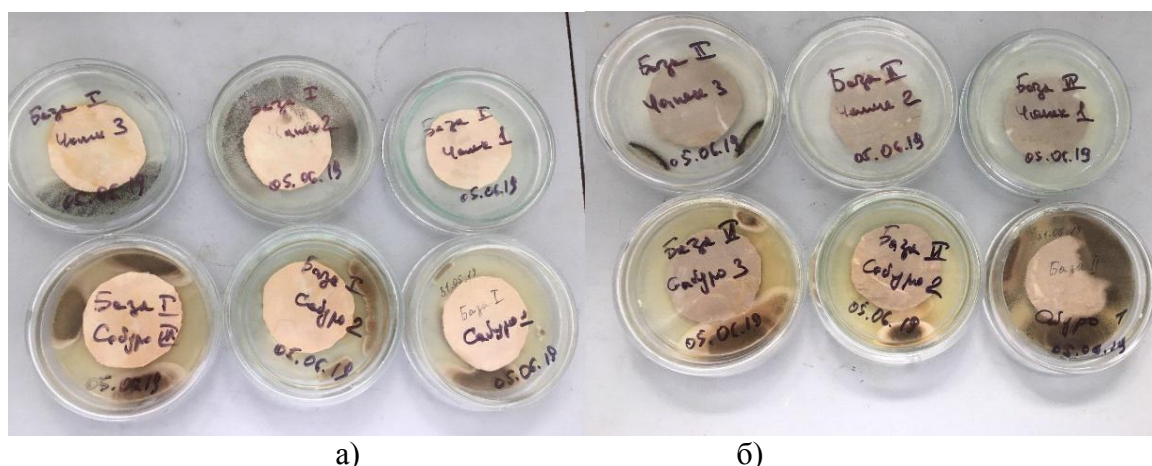


Рис. 5. Зони росту грибу *Aspergillus niger* в живильних середовищах Чапек і Сабуро після 14 діб від зараження на алюмосилікатних адгезивах: а – База I; б – База II

Таблиця 2 – Рівень враження грибом *Aspergillus niger* на 14 добу

Алюмосилікатний адгезив, База I						
Середовище	Сабуро 1	Сабуро 2	Сабуро 3	Чапек 1	Чапек 2	Чапек 3
Рівень враження	0	0	0	0	1	0
Зона затримки росту (мм)	5; 10	10; 5; 10	0	20; 20; 20	0	15
Алюмосилікатний адгезив, База II						
Середовище	Сабуро 1	Сабуро 2	Сабуро 3	Чапек 1	Чапек 2	Чапек 3
Рівень враження	1	0	0	0	0	0
Зона затримки росту (мм)	0	15; 15; 10	5; 10	20; 20; 20	20; 20; 20	11; 11; 20

Як видно з даних рис. 6 і даних табл. 3 на 21 добу від зараження, в середовищі Чапек для адгезиву Базис I і в середовищі Сабуро для адгезиву Базис II відмічено 1 рівень враження грибом *Aspergillus niger*. Середнє значення зон затримки росту грибу для середовища Сабуро складає 8 мм, для середовища Чапек – 17,25 мм (для Базис I); відповідно, середнє значення зон затримки росту грибу для середовища Сабуро складає 10,2мм, для середовища Чапек – 14 мм (для Базис II).

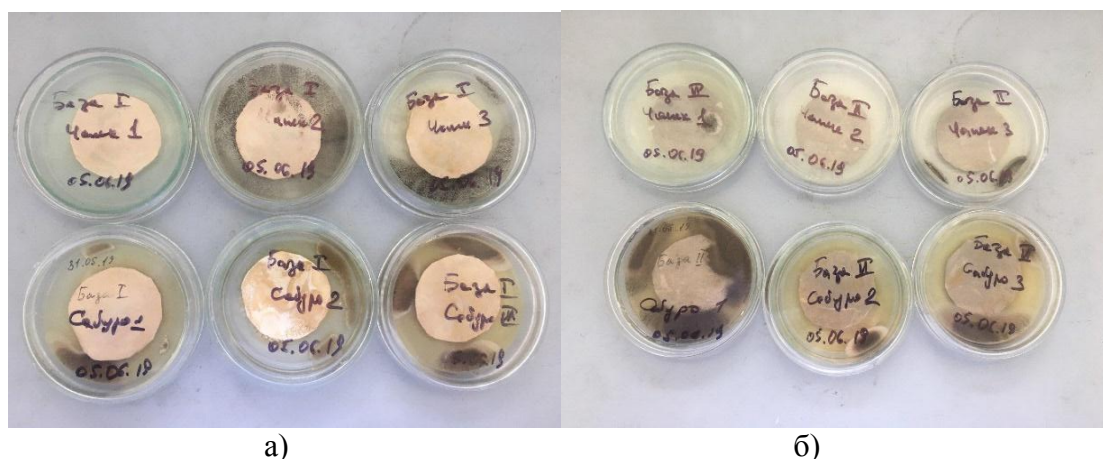


Рис. 6. Зони росту грибу *Aspergillus niger* в живильних середовищах Чапек і Сабуро після 21 доби від зараження на алюмосилікатних адгезивах: а – База I; б – База II

Таблиця 3 – Рівень враження грибом *Aspergillus niger* на 21 добу

Алюмосилікатний адгезив, База I						
Середовище	Сабуро 1	Сабуро 2	Сабуро 3	Чапек 1	Чапек 2	Чапек 3
Рівень враження	0	0	0	0	1	0
Зона затримки росту (мм)	5; 10	10; 5; 10	0	20; 20; 20	0	9
Алюмосилікатний адгезив, База II						
Середовище	Сабуро 1	Сабуро 2	Сабуро 3	Чапек 1	Чапек 2	Чапек 3
Рівень враження	1	0	0	1	0	0
Зона затримки росту (мм)	0	15; 15; 7	4; 10	0	20; 20; 10	7; 7; 20

**Висновки.** Згідно даних EN 1275:1997, IDT, загальний рівень враження грибом *Aspergillus niger* розглянутих алюмосилікатних адгезивів, становить 1 бал, що свідчить про їх високу стійкість до дії даного гриба, яка забезпечується високим значенням рН водної витяжки адгезиву – 11,25. Подальші дослідження будуть направлені на визначення біостійкості алюмосилікатних адгезивів, модифікованих органічними сполуками.

**Подяка.** Автор висловлює подяку за фінансову підтримку роботи, яка виконувалась в рамках бюджетного фінансування № 2ДБ-2017, а також за розвиток теми досліджень у програмі наукового співробітництва COST Action CA15202 “Self Healing concrete: the path to sustainable construction” рамкової програми Європейського Союзу HORIZON 2020.

### Література

1. Богатов А.Д. Влияние старения в условиях воздействия фактора эксплуатационной среды на биологическое сопротивление материалов / А.Д. Богатов, В.Т. Ерофеев, В.Ф. Смирнов. – Известия КГАСУ, 2011. – № 4 (18). – С. 213-218.
2. Карамова Н.С. Методы исследования и оценки биоповреждений, вызываемых микроорганизмами: Учебно-методическое пособие / Н.С. Карамова, Г.В. Надеева, Т.В. Багаева. – Казань: Изд-во Казанск. гос. ун-та, 2014. – 36 с.
3. Строганов В.Ф. Биоповреждение строительных материалов: Учеб. пособие / В.Ф. Строганов, Е.В. Сагадеев. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2018. – 61 с.
4. Сахно О.Н. Биостойкость полимерных материалов и методы ее оценки: Учеб. пособие / О.Н. Сахно, О.Г. Селиванов, В.Ю. Чухланов. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. – 84 с.
5. Токач Ю.Е. К решению вопроса о создании строительных композиционных материалов с высокой активной защитой от микробиологического воздействия / Ю.Е. Токач, Ю.К. Рубанов, М.И. Василенко, Е.Н. Гончарова // Фундаментальные и прикладные аспекты современных эколого-биологических исследований. Доступный электронный ресурс: <https://www.sworld.com.ua/simpoz4/131.pdf>
6. Клименко Н.Н. Биологическая стойкость силикатных композиций на жидкостекольном связующем / Н.Н. Клименко, Н.Ю. Михайленко, Е.С. Бабусенко, М.М. Жуланова. – Успехи в химии и химической технологии. – Том XXVI. – 2012. – № 6(135). – С. 35-37.
7. Kryvenko P. Influence of the ratio of oxides and temperature on the structure formation of alkaline hydro-aluminosilicates / P. Kryvenko, V. Kyrychok, S. Guzii // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2016. – Vol. 5(5-83). – pp. 40-48.
8. Barrer R. Hydrothermal chemistry of zeolites. London Academic Press., UK, 1982.
9. Trochez J. Synthesis of geopolymer from spent FCC: Effect of SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Na<sub>2</sub>O/SiO<sub>2</sub> molar ratios / J. Trochez, R. Mejía de Gutiérrez, J. Rivera, S. Bernal // Mater. Construc., 65, e046, 2015.
10. Krivenko P.V. Alkaline aluminosilicate binder for gluing wood board materials / P.V. Krivenko, O.N. Petropavlovskii, G.V. Vozniuk // J. Key Engineering Materials. – 2018. – Vol. 761

KEM. – pp. 11-14.

11. Kravchenko A. Determining the fire resistance properties of timber, protected by geocement-based coatings / A. Kravchenko, S. Guzii // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* – 2015. – Vol. 1(5). – pp. 38-41.

12. Krivenko P. Effect of thickness of the intumescent alkali aluminosilicate coating on temperature distribution in reinforced concrete / P. Krivenko, S. Guzii, L. Bodnarova, J. Valek, R. Hela, J. Zach // *Journal of Building Engineering.* – 2016. – Vol. 8. – pp. 14-19.

13. Krivenko P. Alkaline aluminosilicate binder-based adhesives with increased fire resistance for structural timber elements / P. Krivenko, S. Guzii, O. Bondarenko // *Key Engineering Materials.* – 2019. – Vol. 808 KEM. – pp. 172-176.

14. Guzii Sergii. Study on Physico-Mechanical Properties of the Modified Alkaline Aluminosilicate Adhesive-Bonded Timber Elements / Sergii Guzii, Pavel Krivenko, Olga Bondarenko, Tamara Kopylova // *Solid State Phenomena Submitted.* – 2019. – Vol. 296. – pp. 112-117.

15. Krivenko P. Effect of thickness of the intumescent alkali aluminosilicate coating on temperature distribution in reinforced concrete / P. Krivenko, S. Guzii, L. Bodnarova, J. Valek, R. Hela, J. Zach // *Journal of Building Engineering.* – 2016. – Vol. 8. – pp. 14-19.

16. Ершов Ю.А. Коллоидная химия. Физическая химия дисперсных систем / Ю.А. Ершов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 352 с.

17. *Aspergillus niger* // Mycobank.org – CBS-KNAW Fungal Biodiversity Center Utrecht, 2016.

18. Wang X.W. Diversity and taxonomy of Chaetomium and chaetomium-like fungi from indoor environments / X.W. Wang, J. Houbraken, J. Z. Groenewald et al. // *Studies in Mycology.* – 2016. – Vol. 84. – pp. 175-177.

### References

- [1] A.D. Bogatov, V.T. Yerofeyev, V.F. Smirnov, "Vliyaniye stareniya v usloviyakh vozdeystviya faktora ekspluatatsionnoy sredy na biologicheskoye soprotivleniye materialov", *Izvestiya KGASU*, no. 4 (18), pp. 213-218, 2011.
- [2] N.S. Karamova, G.V. Nadeyeva, T.V. Bagayeva, *Metody issledovaniya i otsenki biopovrezhdeniy, vyzyvayemykh mikroorganizmami: Uchebno-metodicheskoye posobiye.* Kazan': Izd-vo Kazansk. gos. un-ta, 2014.
- [3] V.F. Stroganov, Ye.V. Sagadeyev, *Biopovrezhdeniye stroitel'nykh materialov: Ucheb. posobiye.* Kazan': Izd-vo Kazansk. gos. arkhitekt.- stroit. un-ta, 2018.
- [4] O.N. Sakhno, O.G. Selivanov, V.YU. Chukhlanov, *Biostoykost' polimernykh materialov i metody yeye otsenki: Ucheb. posobiye.* Vladimir: Izd-vo VIGU, 2018.
- [5] YU.Ye. Tokach, YU.K. Rubanov, M.I. Vasilenko, Ye.N. Goncharova, "K resheniyu voprosa o sozdaniy stroitel'nykh kompozitsionnykh materialov s vysokoy aktivnoy zashchitoy ot mikrobiologicheskogo vozdeystviya", *Fundamental'nyye i prikladnyye aspekty sovremennykh ekologo-biologicheskikh issledovaniy.* Dostupnyy elektronnyy resurs: <https://www.sworld.com.ua/simpoz4/131.pdf>
- [6] N.N. Klimenko, N.YU. Mikhaylenko, Ye.S. Babusenko, M.M. Zhulanova, "Biologicheskaya stoykost' silikatnykh kompozitsiy na zhidkostekol'nom svyazuyushchem", *Uspekhi v khimii i khimicheskoy tekhnologii*, Tom XXVI, no. 6(135), pp. 35-37, 2012.
- [7] P. Kryvenko, V. Kyrychok, S. Guzii, "Influence of the ratio of oxides and temperature on the structure formation of alkaline hydro-aluminosilicates", *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 5(5-83), pp. 40-48, 2016.
- [8] R. Barrer, *Hydrothermal chemistry of zeolites.* London Academic Press., UK, 1982.
- [9] J. Trochez, R. Mejía de Gutiérrez, J. Rivera, S. Bernal, "Synthesis of geopolymer from spent FCC: Effect of SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Na<sub>2</sub>O/SiO<sub>2</sub> molar ratios", *Mater. Construc.*, 65, e046, 2015.
- [10] P.V. Krivenko, O.N. Petropavlovskii, G.V. Vozniuk, "Alkaline aluminosilicate binder for gluing wood board materials", *J. Key Engineering Materials*, Vol. 761 KEM, pp. 11-14, 2018.

- [11] A. Kravchenko, S. Guzii, "Determining the fire resistance properties of timber, protected by geocement-based coatings", *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 1(5), pp. 38-41, 2015.
- [12] P. Krivenko, S. Guzii, L. Bodnarova, J. Valek, R. Hela, J. Zach, "Effect of thickness of the intumescent alkali aluminosilicate coating on temperature distribution in reinforced concrete", *Journal of Building Engineering*, Vol. 8, pp. 14-19, 2016.
- [13] P. Krivenko, S. Guzii, O. Bondarenko, "Alkaline aluminosilicate binder-based adhesives with increased fire resistance for structural timber elements", *Key Engineering Materials*, Vol. 808 KEM, pp. 172-176, 2019.
- [14] Sergii Guzii, Pavel Krivenko, Olga Bondarenko, Tamara Kopylova, "Study on Physico-Mechanical Properties of the Modified Alkaline Aluminosilicate Adhesive-Bonded Timber Elements", *Solid State Phenomena Submitted*, Vol. 296, pp. 112-117, 2019.
- [15] P. Krivenko, S. Guzii, L. Bodnarova, J. Valek, R. Hela, J. Zach, "Effect of thickness of the intumescent alkali aluminosilicate coating on temperature distribution in reinforced concrete", *Journal of Building Engineering*, Vol. 8, pp. 14-19, 2016.
- [16] YU.A. Yershov, *Kolloidnaya khimiya. Fizicheskaya khimiya dispersnykh sistem*. M.: GEOTAR-Media, 2013.
- [17] *Aspergillus niger*, Mycobank.org – CBS-KNAW Fungal Biodiversity Center Utrecht, 2016.
- [18] X.W. Wang, J. Houbraeken, J. Z. Groenewald et al., "Diversity and taxonomy of Chaetomium and chaetomium-like fungi from indoor environments", *Studies in Mycology*, Vol. 84, pp. 175-177, 2016.

## ИССЛЕДОВАНИЕ БИОСТОЙКОСТИ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ АДГЕЗИВОВ ДЛЯ СКЛЕИВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Гузій С.Г., к.т.н., с.н.с.,

Научно-исследовательский институт вяжущих веществ и материалов им. В. Д. Глуховского,  
Киевский национальный университет строительства и архитектуры  
sguziy2@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0147-5035

**Аннотация.** Биологическим повреждением подвергаются практически все виды существующих материалов, в том числе и клеи для древесины. В работе приведены данные по биологической устойчивости алюмосиликатных основ адгезивов, предназначенных для склеивания массивов из древесины. Исследования выполнены в соответствии с требованиями ДСТУ EN 15457: 2015 (EN 15457: 2014, IDT) ISO / IEC 17025: ДСТУ EN 1275: 2004. (EN 1275: 1997, IDT). В результате проведенных экспериментов установлено, что алюмосиликатные адгезивы, полученные на основе связующих состава  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (4,5-6)\text{SiO}_2 \cdot (17,5-20)\text{H}_2\text{O}$  устойчивы к действию грибу *Aspergillus niger*, как наиболее агрессивного к целлюлозосодержащим материалам. Отмечено, что на 7 сутки после заражения как в среде Сабуро, так и в среде Чапека не происходит биологического повреждения алюмосиликатных основ клеев Базы I и Базы II. На 7 и 21 день с момента заражения отмечается 1 уровень заражения для клеев Базы 1 и Базы 2 в средах Сабуро и Чапека, разница только в значениях замедления зон роста мицелия гриба. Определено, что независимо от состава питательной среды, общий уровень заражения рассмотренных алюмосиликатных адгезивов не превышает 1 балл, и, по данным EN 1275: 1997, свидетельствует об их высокой устойчивости к действию гриба *Aspergillus niger*, которая обеспечивается высоким значением pH водной вытяжки адгезива – 11,25.

**Ключевые слова:** адгезив, алюмосиликатные связующие, биостойкость, гриб *Aspergillus niger*, древесина сосны.



**RESEARCH OF THE BIOUSABILITY OF ALUMINOSILICATE ADHESIVES FOR  
GLUING OF WOOD**

**Guziy S.G.**, Ph.D., Senior Researcher,  
*Research Institute of binders and materials named after V. D. Glukhovsky,*  
*Kiev National University of Construction and Architecture*  
sguziy2@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0147-5035

**Annotation.** Almost all types of existing materials, including wood adhesives, undergo biological damage. The paper presents data on the biological stability of alumina-silicate adhesives designed for bonding wood masses. The studies were carried out in accordance with the requirements of DSTU EN 15457: 2015 (EN 15457: 2014, IDT) ISO / IEC 17025: DSTU EN 1275: 2004. (EN 1275: 1997, IDT). As a result of the experiments, it was found that alumina-silicate adhesives obtained on the basis of the binder composition  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (4,5-6)\text{SiO}_2 \cdot (17,5-20)\text{H}_2\text{O}$  are resistant to *Aspergillus niger*, as the most aggressive to cellulose-containing materials. It was noted that on the 7th day after infection, both in the Saburo environment and in the Capec environment, biological damage to the alumina-silicate bases of adhesives of Base I and Base II does not occur. On the 7th and 21st days from the moment of infection, 1 level of infection is noted for the adhesives of Base 1 and Base 2 in the Saburo and Chapek environments, the difference is only in the values of the slowdown in the growth zones of the mycelium of the fungus. It was determined that regardless of the composition of the nutrient medium, the total infection rate of the considered alumina-silicate adhesives does not exceed 1 point, and, according to EN 1275: 1997, indicates their high resistance to the action of *Aspergillus niger* fungus, which is ensured by a high pH value of the aqueous extract of the adhesive – 11,25.

**Keywords:** adhesive, alumina-silicate binder, bio stability, *Aspergillus niger* fungus, pine wood.

Стаття надійшла 28.11.2016