

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_477-482

УДК 691:69.059.12:502.174

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УЛИЧНОЙ МЕБЕЛИ

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STRENGTH AND ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS OF VARIOUS MATERIALS FOR THE MANUFACTURING OF OUTDOOR FURNITURE

Стородубцева Т.Н., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Storodubtseva T.N., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Зеленин Н.В., студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Zelenin N.V., student of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.

Аннотация: В данной статье представлен сравнительный анализ прочности и экологичности различных материалов, используемых для производства уличной мебели. Уличная мебель, будучи неотъемлемой частью городской инфраструктуры, должна удовлетворять требованиям по долговечности, устойчивости к внешним воздействиям и безопасности для окружающей среды. В ходе исследования рассматриваются такие материалы, как дерево, металлы, композиты, пластики и переработанные материалы. Рассмотрены такие материалы, как древесина (с указанием конкретных пород), металл (сталь, алюминий), переработанный пластик и древесно-полимерный композит. Проведен анализ механических свойств материалов и их влияния на долговечность уличной мебели. Особое внимание уделено механическим характеристикам этих материалов, включая прочность на сжатие, изгиб и ударную вязкость. Оценка экологического следа материалов включает углеродный след, энергопотребление при производстве и утилизации. В дополнение к физико-механическим свойствам проводится анализ экологической устойчивости, включая влияние на окружающую среду в процессе производства, эксплуатации и утилизации.

Abstract: This article presents a comparative analysis of the strength and environmental friendliness of various materials used for the production of street furniture. Street furniture, being an integral part of urban infrastructure, must meet the requirements for durability, resistance to external influences and safety for the environment. The study considers such materials as wood, metals, composites, plastics and recycled materials. The materials considered are wood (indicating specific species), metal (steel, aluminum), recycled plastic and wood-polymer composite. An analysis of the mechanical properties of the materials and their impact on the durability of street furniture is carried out. Particular attention is paid to the mechanical characteristics of these materials, including compressive strength, bending strength and impact strength. The assessment of the ecological footprint of materials includes the carbon footprint, energy consumption during production and disposal. In addition to the

physical and mechanical properties, an analysis of environmental sustainability is carried out, including the impact on the environment during production, operation and disposal.

Ключевые слова: уличная мебель, сосна, пластик, ротанг, алюминий, сталь, гранит, ППК, прочность, устойчивость, экологичность.

Keywords: outdoor furniture, pine, plastic, rattan, aluminum, steel, granite, polymer composite, durability, sustainability, environmental friendliness.

Выбор материалов для уличной мебели основывается на прочности, долговечности и экологичности. Древесина привлекает эстетикой, но требует рационального использования. Металлы прочны, но подвержены коррозии. Композиты и переработанные материалы более экологичны, но могут быть менее прочными. Исследование, сопровождающееся графиками, помогает определить оптимальный материал, анализируя преимущества и недостатки различных вариантов для комфортной и долговечной уличной мебели [1].

Дерево. Деревянные предметы мебели экологичны, комфортны и хорошо удерживают тепло. Для уличной мебели используются ценные породы, такие как сосна, дуб, клён, тик и лиственница, которые долговечны, но требуют специальной защиты от гниения и погоды. Сосна – самый доступный материал, тогда как дуб и другие породы дороже, но более надежны [2]. Регулярная обработка антисептиками необходима для защиты от влаги, солнечных лучей и насекомых. Преимущества мебели из массива дерева: привлекательный вид, экологичность и длительный срок службы. Недостатки: необходимость в уходе, риск повреждений от влаги и солнца, высокая цена. Несмотря на это, деревянная мебель популярна благодаря своей эстетике и возможности ремонта [3].

Пластик. Пластиковая садовая мебель популярна благодаря доступной цене и разнообразию дизайна. Она лёгкая и удобная для транспортировки, но менее прочная и комфортная по сравнению с другими материалами. Преимущества включают невысокую стоимость, малый вес и лёгкость в уходе. Недостатки – уязвимость к повреждениям, деформация, выцветание, ограниченный срок службы и невозможность ремонта. Зимой мебель нужно хранить в помещении, а для комфорта можно использовать подушки и аксессуары [4].

Ротанг. Мебель из ротанга, изготовленная из тропической лианы, популярна в Юго-Восточной Азии и используется для мебели и бытовых предметов. Она часто комбинируется с кожей, стеклом и металлом, что придаёт ей привлекательный вид. Однако натуральный ротанг требует бережного ухода и защиты от влаги и ультрафиолета, так как легко деформируется и подвержен грибкам и насекомым [5].

Искусственный ротанг лишен этих недостатков: он влагостойкий, долговечный и устойчивый к механическим нагрузкам и температурным перепадам. Он также экологичен, стильный и легкий, но может деформироваться при экстремальных температурах и требует дополнительных мягких элементов для комфорта. Высокая стоимость связана со сложностью его производства и доставки.

Металл. Металлическая уличная мебель ценится за прочность и долговечность, но подвержена коррозии и имеет значительный вес. *Алюминий* – легкий, прочный и коррозионностойкий материал, идеальный для уличной мебели, но нагревается на солнце. *Сталь* прочна и долговечна, но требует покраски для защиты от коррозии. *Чугун* – устойчив к

вандализму и атмосферным воздействиям, но тяжел и имеет ограниченный срок службы. Выбор материала зависит от требований к прочности, долговечности, стоимости и эстетике [6].

Полимерпесчаный композит (ППК). Современные уличные скамейки из ППК — инновационное решение, состоящее на 75 % из песка и на 25 % из переработанного пластика. Их преимущества включают долговечность, возможность переработки, высокую прочность, устойчивость к нагрузкам и биологическим воздействиям. Все компоненты безопасны для окружающей среды. Кроме того, изделия из ППК значительно дешевле альтернатив, и их легко производить в различных формах.

Каменная мебель (гранит, мрамор и др.) — прочная, долговечная и эстетичная, часто сочетается с деревом и металлом в эксклюзивных проектах. Преимущества: устойчивость к погодным условиям, долгий срок службы, простота ухода, огне- и влагостойкость. Недостатки: большой вес, сложная транспортировка, высокая стоимость, необходимость дополнительных мягких сидений. Цемент — дешевый, но менее долговечный и привлекательный аналог. Гранит, несмотря на прочность, ограничен в применении из-за высокой стоимости и сложности обработки [5].

Сравнительный анализ материалов для уличной мебели

Выбор материала для уличной мебели — сложная задача, требующая компромисса между прочностью, долговечностью, экологичностью и экономической целесообразностью. Рассмотрим основные характеристики перечисленных материалов:

1. *Дерево.* *Сосна* - доступная, легко обрабатывается, устойчива к грибку и влаге, но мягкая. *Береза*: экологичная, прочная, красивая, но боится влаги (рис. 1). *Дуб* - прочный, долговечный, дорогой, но очень красив. *Ясень*: похож на дуб, светлее, прочный, но требует антисептиков. *Бук* - прочный, легко обрабатывается, красивый, но боится влаги [1].

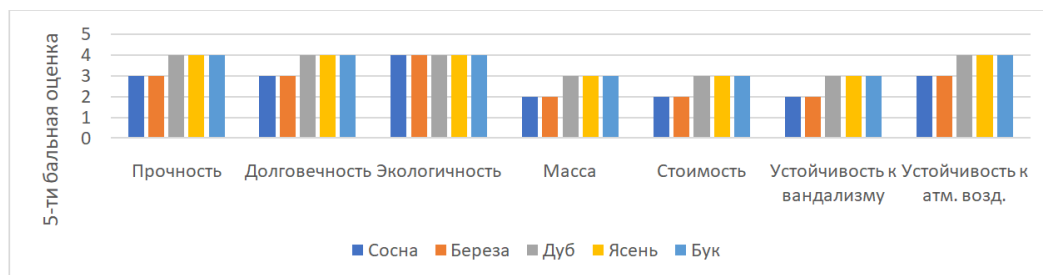


Рисунок 1 - Сравнение характеристик различных пород дерева

2. *Пластик.* Прочность варьируется в зависимости от типа полимера. Расчеты проводятся по стандартным формулам сопротивления материалов с учетом механических характеристик конкретного типа пластика (рис. 2). Долговечность зависит от материала и добавок, может деградировать под ультрафиолетом. Экологичность - низкая, большинство пластиков не биоразлагаемы и требуют много энергии на производство, но переработанный пластик более экологичен.

3. *Ротанг.* Прочность ротанга имеет низкую прочность по сравнению. Расчеты должны учитывать его гибкость и способность к деформации. Долговечность низкая, подвержен гниению, требует обработки. Экологичность высокая, природный материал (рис. 3).

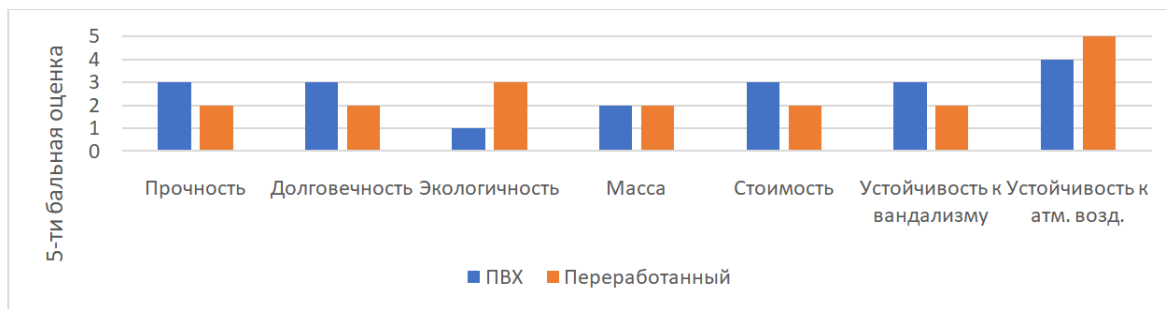


Рисунок 2 - Сравнение свойств ПВХ и переработанного пластика

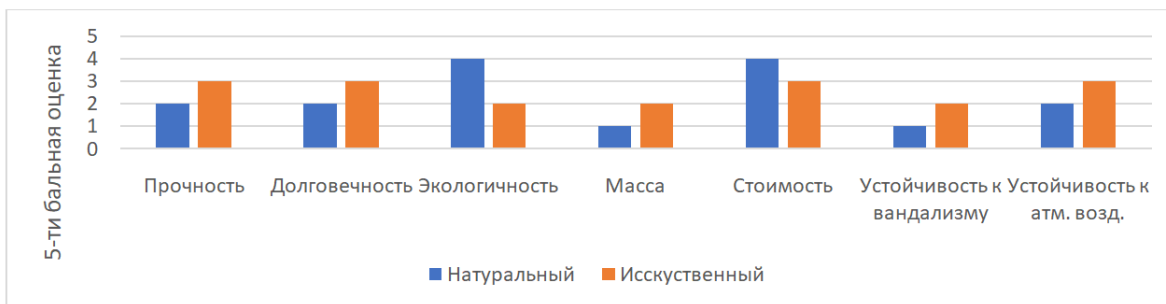


Рисунок 3 - Сравнение натурального и искусственного ротанга

4. *Металлы (Алюминий, Сталь, Чугун).* Прочность - металлы обладают высокой прочностью. Расчеты проводятся по стандартным формулам сопротивления материалов с учетом механических характеристик конкретного металла (рис. 4).

Долговечность высокая, подвержены коррозии, требуются антикоррозийные меры.

Экологичность зависит от способа производства; сталь и чугун энергоемки, алюминий имеет меньший углеродный след, но требует много энергии.

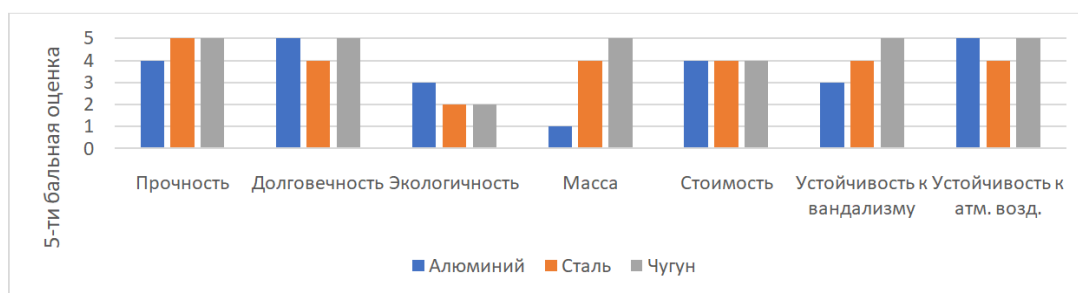


Рисунок 4 - Сравнение качеств различных видов металла

5. *Полимерпесчаный композит (ППК).* Прочность высокая. Расчеты проводятся по стандартным формулам сопротивления материалов с учетом механических характеристик конкретного состава ППК. Долговечность высокая, устойчивость к атмосферным воздействиям. Экологичность зависит от состава и доли переработанных материалов.

6. *Камень (Цемент и Гранит).* Прочность очень высокая. Расчеты проводятся с учетом характеристик конкретного типа цемента или гранита. Долговечность очень высокая. Экологичность - производство цемента энергоемко и связано с выбросами CO₂. Гранит – природный материал, но его добыча может негативно влиять на окружающую среду (рис. 5).

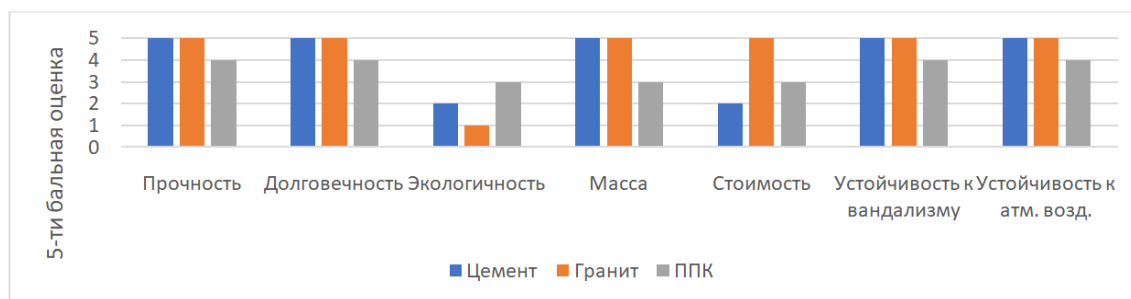


Рисунок 5 - Сравнение качеств цемента, гранита и ППК

При построении диаграммы мы учли такие характеристики, как прочность, долговечность, экологичность, масса, стоимость, устойчивость к вандализму и атмосферным воздействиям. Каждый материал мы оценили по шкале от 1 до 5.

Для уличной мебели нет универсального материала. Алюминий долговечен, но дорог и неэкологичен. Сталь и чугун прочны, но тяжелы и неэкологичны. ДПК – компромиссный вариант. Выбор зависит от требований, условий эксплуатации и приоритетов (прочность, экологичность, стоимость). Анализ показал, что оптимальный материал выбрать сложно из-за многокритериальности задачи. Каждый материал (древесина, пластик, ротанг, металлы, ДПК, камень) имеет свои плюсы и минусы.

Анализ показал, что природные материалы (дерево, ротанг) экологичны, но менее прочны и долговечны, требуют обработки. Синтетические материалы (пластик, ППК) долговечны и устойчивы к вандализму, но неэкологичны, за исключением переработанного пластика. Металлы прочны и долговечны, но дороги, тяжелы и неэкологичны. Камень очень прочен и долговечен, но дорог и неэкологичен.

В целом, наиболее сбалансированными материалами для уличной мебели являются древесина твердых лиственных пород (дуб, бук, ясень), ППК и алюминий. Выбор материала зависит от требований, условий эксплуатации и приоритетов заказчика (прочность, экологичность, стоимость). Для долговечности предпочтительны металлы и камень, хотя это увеличивает стоимость и негативно влияет на экологию. Для баланса между экологичностью и практичностью рекомендуются древесина твердых пород с качественной обработкой и переработанные материалы. Дальнейшие исследования могут сосредоточиться на создании новых биокompозитов с улучшенными характеристиками.

Список литературы

1. Выбираем уличную мебель: советы профессионалов, идеи, примеры // 4sis.ru : [сайт]. — URL: <https://4sis.ru/blog/vidy-i-materialy-ulichnoy-mebeli-vybiraem-luchshee/> (дата обращения: 22.02.2025).
2. Лучшее дерево для мебели, плюсы и минусы пород дерева для мебели — статья интернет-магазина Первая Фабрика мебели // 1fmebel.ru : [сайт]. — URL: <https://1fmebel.ru/articles/porodi-dereva-dlya-mebeli> (дата обращения: 22.02.2025).
3. Плюсы и минусы садовой мебели из дерева, металла, камня, ротанга | Табличник // Дзен : [сайт]. — URL: <https://dzen.ru/a/Y39NwKQOljkHhpC9> (дата обращения: 22.02.2025).

4. Сравнение материалов для уличной мебели // Kronex-home.by : [сайт]. — URL: <https://kronex-home.by/statii/sravnenie-materialov-dlya-ulichnoy-mebeli.html> (дата обращения: 22.02.2025).

5. Какая мебель для сада лучше — читайте совет от Бауцентра // Baucenter.ru : [сайт]. — URL: <https://baucenter.ru/advice/5060382/> (дата обращения: 22.02.2025).

6. Лучшие материалы для парковой мебели // Экосреда : [сайт]. — URL: <https://ecosreda.org/blog/luchshie-materialy-dlya-parkovoj-mebeli/> (дата обращения: 22.02.2025).

7. Материалы садовой мебели: все преимущества и недостатки – блог интернет-магазина // Порядок.ру : [сайт]. — URL: <https://poryadok.ru/blog/materialy-sadovoy-mebeli-vse-preimushchestva-i-nedostatki/> (дата обращения: 22.02.2025).

References

1. Choosing Outdoor Furniture: Professional Tips, Ideas, Examples // 4SIS: [website]. — URL: <https://4sis.ru/blog/vidy-i-materialy-ulichnoy-mebeli-vybiraem-luchshee/> (<https://4sis.ru/blog/vidy-i-materialy-ulichnoy-mebeli-vybiraem-luchshee/>) (access date: 22.02.2025).

2. The Best Wood for Furniture, Pros and Cons of Wood Species for Furniture – Article of the Online Store & First Furniture Factory / // 1FMebl.ru: [website]. — URL: <https://1fmebel.ru/articles/porodi-dereva-dlya-mebeli> (<https://1fmebel.ru/articles/porodi-dereva-dlya-mebeli>) (access date: 22.02.2025).

3. Advantages and Disadvantages of Garden Furniture Made of Wood, Metal, Stone, Rattan [Tablich-nik] // Dzen: [website]. — URL: <https://dzen.ru/a/Y39NwKQOljkHhPc9> (<https://dzen.ru/a/Y39NwKQOljkHhPc9>) (access date: 22.02.2025).

4. Comparison of Materials for Outdoor Furniture / // Kronex-home.by: [website]. — URL: <https://kronex-home.by/statii/sravnenie-materialov-dlya-ulichnoy-mebeli.html> (<https://kronex-home.by/statii/sravnenie-materialov-dlya-ulichnoy-mebeli.html>) (access date: 22.02.2025).

5. Which Garden Furniture is Better? Read Advice from Baucenter / //Baucenter:[website].— URL:<https://baucenter.ru/advice/5060382/> (<https://baucenter.ru/advice/5060382/>) (access date: 22.02.2025).

6. The Best Materials for Park Furniture / // Ecosreda: [website]. — URL: <https://ecosreda.org/blog/luchshie-materialy-dlya-parkovoj-mebeli/> (<https://ecosreda.org/blog/luchshie-materialy-dlya-parkovoj-mebeli/>) (access date: 22.02.2025).

7. Garden Furniture Materials: All the Advantages and Disadvantages – Blog of the Online Store / // Poryadok.ru: [website]. — URL: <https://poryadok.ru/blog/materialy-sadovoy-mebeli-vse-preimushchestva-i-nedostatki/> (<https://poryadok.ru/blog/materialy-sadovoy-mebeli-vse-preimushchestva-i-nedostatki/>) (access date: 22.02.2025).