

УДК 691-419.3+692.232.44

## ***АНАЛИЗ СИП-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ***

***Семенов Н.Н.***

*доцент,*

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ*

*Россия, Шахты*

***Торопов Д.А.***

*Магистрант,*

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ*

*Россия, Шахты*

### **Аннотация**

В статье рассматриваются преимущества использования технологии многослойных деревянных панелей, физико-механические свойства панелей в зависимости от выбранной технологии производства, а также приведен подробный анализ канадской СИП-технологии, её преимущества, конструкция, виды, прочностные характеристики, и особенности проектирования. Вдобавок обсуждаются особенности проектирования и строительства с использованием СИП-панелей, включая их конструктивные особенности и требования к безопасности. В заключении обсуждается вопрос надёжности данных панелей для возведения зданий в России из которого можно сделать выводы о перспективности развития строительства из СИП-панелей. Работа будет полезна специалистам в области строительства, а также всем, кто интересуется вопросами альтернативного строительства из клееной древесины.

**Ключевые слова:** СИП-технология, панель, пенополистирол, прочность, надёжность, ориентированными стружечными плиты (ОСП)

## ***ANALYSIS OF SIP TECHNOLOGY FOR USE IN THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES***

***Semenov N.N.***

*Associate Professor,*

*Institute of Service Sector and Entrepreneurship (branch) DSTU*

*Russia, Shakhty*

***Toropov D.A.***

*master's student*

*Institute of Service Sector and Entrepreneurship (branch) DSTU*

*Russia, Shakhty*

### **Abstract**

The article discusses the advantages of using multilayer wood panel technology, the physical and mechanical properties of panels depending on the selected production technology, and also provides a detailed analysis of the Canadian SIP technology, its advantages, design, types, strength characteristics, and design features. In addition, the design and construction features using SIP panels are discussed, including their design features and safety requirements. In conclusion, the issue of the reliability of these panels for the construction of buildings in Russia is discussed, from which one can draw conclusions about the prospects for the development of construction from SIP panels. The work will be useful to specialists in the field of construction, as well as to anyone interested in alternative construction from glued timber.

**Keywords:** SIP technology, panel, polystyrene foam, strength, reliability, oriented strand boards (OSB)

Древесина является единственным возобновляемым строительным материалом, который используется в строительстве на протяжении тысячелетий. В настоящее время она вновь обретает популярность, но на качественно новом уровне. Появление высокотехнологичных многослойных деревянных панелей сделало экологически чистую древесину настоящей альтернативой другим строительным материалам в индустриальном строительстве [8].

Технология многослойных деревянных панелей имеет ряд преимуществ в сравнении с другими строительными материалами:

- экологическая безопасность. С точки зрения экологии многослойные деревянные панели имеют отличные показатели при производстве, монтаже, эксплуатации и даже утилизации изделий;

- сейсмостойкость. Сейсмические испытания продемонстрировали, что сооружения из деревянных панелей способны противостоять мощным землетрясениям, сохраняя свою прочность. Высокая прочность конструкций относительно их удельного веса уменьшает воздействие сейсмических сил на здания, что гарантирует высокий уровень сейсмической безопасности [4];

- огнестойкость. Огнестойкость многослойных клееных деревянных панелей существенно превосходит любые другие виды деревянных конструкций. Этому содействует многослойная структура панелей, обладающих высокой плотностью, что затрудняет распространение огня. Еще одним важным показателем является низкая теплопроводность панелей, благодаря которой материал сохраняет комнатную температуру с одной стороны, даже когда другая сторона нагрета до 1000 °С.

Физико-механические свойства панелей различаются в зависимости от выбранной технологии производства.

На данный момент в мире существует больше количество технологий по изготовлению строительных конструкций из клееной древесины, например, таких как: CLT, Massive Holz Mauer, Thoma Holz, СИП-технология, массивная деревянная панель «Древоблок», «Унипанель» (таблица 1). В данной статье Дневник науки | [www.dnevnikaui.ru](http://www.dnevnikaui.ru) | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

более подробно будет рассматриваться канадская СИП-технология (структуро-изолированная панель) изготовления строительных конструкций из клееной древесины [5].

СИП-панели – тип сэндвич-панелей, материал которых сочетает длительный срок эксплуатации и высокие технические параметры.

Таблица 1- Сравнение характеристик мировых и отечественных технологий производства многослойной деревянной панели

| Характеристики  | CLT                                   | Massive Holz Mauer             | Thoma Holz                                      | Массивная деревянная панель «Древоблок» | «Унипанель»                 |
|---|---------------------------------------|--------------------------------|---|---|-----------------------------|
| Страна-производитель  | Великобритания                        | Германия                       | Австрия   | Россия                                  | Россия                      |
| Тип древесины   | Ель, сосна или лиственница            | Сосна, ель                     | Ель, пихта, сосна, лиственница                  | Сосна                                   | Хвойные и лиственные породы |
| Сорт древесины  | 0–3                                   | 0–3                            | 0–3   | 0–3                                     | 0–3                         |
| Толщина доски, мм   | 20                                    | 24                             | 20-80   | 25                                      | 30                          |
| Способ скрепления ламелей   | Клей полиуретановый PURBOND NB S-line | Алюминиевые рифленые шпифты It | Деревянные дюбели (лиственные породы древесины) | Клей KLEIBERIT 303.0 D3/D4              | Клей                        |
| Наличие пазов в ламелях   | –                                     | +                              | –   | –                                       | +                           |
| Общая толщина плиты, мм   | 57–500                                | 115–340                        | 120–400   | 75–400                                  | 30–1000                     |
| Минимальный размер плиты, м   | 2,95x2,95                             | 2x2                            | 3x3   | 0,9x2,7                                 | 1,035x2,8                   |
| Максимальный размер плиты, м  | 2,95x16                               | 3,25x6                         | 3x8   | 0,9x6                                   | 3,3x12                      |
| Плотность, кг/м <sup>3</sup>  | 500                                   | 480                            | 450   | 570                                     | 300                         |
| Теплопроводность (λ), Вт/(м·°C)   | 0,1–0,14                              | 0,093                          | 0,088   | 0,1                                     | 0,087                       |
| Теплоемкость (с), Дж/(кг·°C)  | 1,60                                  | 1,7                            | 1,6   | 1,6                                     | –                           |
| Сопротивление теплопередаче (R), (м <sup>2</sup> ·°C)/Вт при h = 100 мм | 0,87                                  | 1,02                           | 0,93  | 0,87                                    | –                           |
| Диффузионное сопротивление (μ), мкм                                     | 40/200                                | 65/65                          | 37/37   | 40/200                                  | –                           |
| Шумоизоляция, дБ (h = 205)  | 60                                    | 53                             | 41  | 60                                      | 60                          |

|  |     |     |      |     |     |
|--|-----|-----|------|-----|-----|
| мм)  |     |     |      |     |     |
| Скорость выгорания,<br>мм/мин                              | 0,8 | 0,7 | 0,9  | 0,8 | 0,7 |
| Коэффициент излучения<br>в длинноволновом<br>диапазоне (ε) | 0,9 | 0,9 | 0,75 | 0,9 | –   |

СИП-панели представляют собой универсальный строительный материал, используемый для создания каркасных конструкций. Фактически, это изоляционные панели, состоящие из утеплителя, который обрамлен с обеих сторон ориентированными стружечными плитами (ОСП). Слои соединяются при помощи полиуретанового клея с применением прессовой технологии. ОСП формируется из нескольких слоев древесной стружки, склеенных специальными смолами. Этот материал обладает характеристиками, которые превосходят традиционные ДСП-панели. В роли утеплителя выступает вспененный пластик, который обладает низкой теплопроводностью, имеет легкий вес [1].

Состав – одно из главных преимуществ SIP-панелей. Панели состоят из:

- плиты ОСП. Их изготавливают из узкой длинной щепы (осиновой, сосновой). Щепа укладывается слоями, трамбуется в перпендикулярном направлении относительно всех сторон листа. Такая методика увеличивает гибкость плиты, она лучше выдерживает нагрузки. Обычное дерево менее упругое и более хрупкое. Используется специальный раствор, отталкивающий воду, за счет чего материал выдерживает контакт с влагой, не гниет. ОСП делается не из производственных отходов, а из качественного сырья: процентная доля дерева – 97 %, остаток – смолы, выполняющие связующую функцию. Ширина ОСП-плит, как правило, составляет 120 или 125 сантиметров, длина – 2,5/2,8/3 или 6 метров. Толщина определяется маркой утеплителя и обычно бывает 10, 15 или 20 сантиметров;

- пенополистирол. Материал обладает высокой теплоизоляцией и малым весом. В процессе производства утеплителя химический компонент смешивается с газом. В зависимости от требуемых характеристик применяется различный газ: например, углекислый газ используется для повышения огнестойкости. Лист

толщиной всего 110 миллиметров обеспечивает такую же защиту от холода, как стена толщиной два метра, построенная из силикатного кирпича. Пенополистирол применяется для утепления зданий как с внутренней, так и с внешней стороны. Обязательно нужно учитывать марку: ППС, ПСБ-С – означает, что пенополистирол не способен поддерживать распространение пламени, затухает самостоятельно.

СИП-панели используются в канадской технологии строительства, их длина составляет не более 350 см, толщина 6–22 см, ширина 6,25–150 см. К основным характеристикам относят:

- высокую прочность. В соответствии с исследованиями, материал может выдерживать нагрузку от 2 до 10 т (в поперечном и продольном направлении);

- низкую теплоотдачу, огнеустойчивость, экономичность;

- высокую звукоизоляцию. Пенополистирол является хорошим препятствием для поступления внутрь дома шума;

- низкую нагрузку на основание. По сравнению с массой кирпича, вес комплекта панелей меньше в 3–4 раза. Поэтому строения из СИП панелей не требуют дорогого и усиленного фундамента. Подойдет ленточное малозаглубленное основание.

К основным преимуществам подобных панелей можно отнести:

- огнестойкость. Во время опытов специалисты установили, что материал способен удерживать огонь на протяжении целого часа. Также изделие имеет возможность самозатухания. Это обеспечивается благодаря наличию в составе антипирена;

- прочность. Высокие показатели прочности. Это одно из основных преимуществ панелей, что особенно актуально при строительстве сооружений. Стены, изготовленные из этого материала, способны выдерживать значительные нагрузки;

- устойчивость. Эту характеристику можно усовершенствовать, добавив конструктивный каркас жесткости с использованием брусков внутри изделия;
- жесткость материала. Она достигается благодаря специальной технологии производства;
- высокий срок эксплуатации. В среднем сип панели могут прослужить больше 50 лет;
- небольшая толщина материала. Это свойство очень полезно при возведении здания.

СИП-панели делятся на несколько видов в зависимости от изолирующего материала и устройства самих панелей:

- панели из ОСП и пенополистирола. Наиболее распространенным типом СИП-панелей является сочетание ориентированно-стружечных плит (ОСП) и пенополистирола. Данная комбинация используется наиболее часто в процессе строительства домов. Пенополистирол представляет собой вид пенопласта, однако в отличие от него он лишь тлеет, а не воспламеняется. СИП-панели на основе пенополистирола характеризуются долговечностью и удобством в использовании. Эти плиты устойчивы к деформации и обладают влагостойкими свойствами [9];

- панели из ОСП и пенополиуретана. В данной панели связующим материалом выступает пенополиуретан — синтетический утеплитель, состоящий из затвердевшей полимерной пены. Среди основных характеристик — огнестойкость, прочность, более высокая теплопроводимость;

- панели из ОСП и минеральной ваты. В данном случае роль утеплителя выполняет минеральная или каменная вата. Среди плюсов — минеральная вата является дышащим материалом, хорошо сохраняет тепло внутри. Из основных недостатков: такие панели дают усадку и менее прочны [7];

- панели из фибролита. Такой сэндвич состоит из двух фибролитовых плит, а в качестве утеплителя между ними закладываются все те же пенополистирол, Дневник науки | [www.dnevnikaui.ru](http://www.dnevnikaui.ru) | СМЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

пенополиуретан или минеральная вата. Фибролит изготавливается из специальных древесных стружек и неорганического вяжущего вещества. Среди основных достоинств материала — огнестойкость и практичность при отделке. Основным минус такой комбинации связан с тем, что ширина фибролитовых плит составляет лишь 60 см — вдвое меньше, чем ОСП. Это значит, что нужно будет использовать вдвое больше таких панелей при строительстве;

- панели из стекломагнезита и пенополистирола. Данные плиты считаются одними из самых безопасных и экологически чистых материалов. Стекломагнезит характеризуется огнестойкостью и устойчивостью к влаге. Кроме того, он отличается высокой прочностью и отличной шумоизоляцией. Основным недостатком этого решения являются высокая стоимость и сложность в установке;

- новые утепляющие материалы. Арболит, являющийся материалом нового поколения, изготавливается из древесной щепы, пропитанной бетоном, что обуславливает его альтернативное название – деревобетон. Этот материал используется не только в качестве утеплителя, но и как самостоятельный строительный элемент. К его преимуществам можно отнести легкость конструкции, что обеспечивает минимальную нагрузку на здание, высокую экологическую безопасность, стойкость к грибковым поражениям, прочность, долговечность и отличные звукоизоляционные свойства. К минусам – влагопроницаемость и уязвимость к воздействию агрессивных веществ и грызунов.

Так как технология строительства каркасных домов из СИП-панелей сравнительно недавно пришла в Россию надёжность СИП-панелей можно увидеть только в цифрах [6].

Ключевые характеристики стандартной панели толщиной 174 мм (OSB плиты по 12 мм, пенополистирол 150 мм):

- утеплитель класса ПСБ-С – самозатухающий, с повышенным уровнем пожарной безопасности;



- сопротивление теплопередаче – 3,95 м кв·С/Вт, соответствует регламенту СНиП 2-3-79. Коэффициент теплопроводности 0.037-0.042 Вт;

- поперечная нагрузка – до 2 тонн на прогиб, более 3 тонн на излом. Плита выдерживает до 400-600 кг на квадратный метр без учета несущей способности бруса каркаса. По СНиП перекрытие должно выдерживать не менее 150-180 кг на метр;

- максимальная продольная нагрузка – 11 тонн на погонный метр.

Указанные цифры применимы к панелям без учета усиления каркасом из деревянного бруса, который повышает несущие характеристики вдвое [3].

В отличие от натурального дерева, OSB обладает высокой устойчивостью к воздействию вредителей и грибков. Структурные изоляционные панели не подвержены накоплению влаги и эффективно справляются с перепадами температур, а также вибрационными и ветровыми нагрузками. При условии правильного монтажа и отделки они могут использоваться даже в условиях полярного климата, при экстремально низких температурах и постоянных ветрах [2].

Согласно проведенному выше анализу канадской СИП-технологии изготовления строительных конструкций можно сделать вывод, что данная технология является безопасной для строительства зданий и сооружений, как одно-, так и многоэтажных, при условии соблюдения всех необходимых стандартов, сводов правил и рекомендаций. Учитывая разность климатических условий в Российской Федерации, теплоизоляционные свойства плит могут быть нивелированы толщиной теплоизоляционного материала. Также при всех достоинствах и недостатках вышеописанной технологии следует не забывать, что в сравнении с прочими строительными материалами здание из СИП-панелей будет более экономичным в возведении, так как расходы на земельные и монтажные работы для таких зданий будут минимальными.

### Библиографический список:

1. Березин А. Сип панели: состав, преимущества и недостатки, монтаж / А. Березин [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://m-strana.ru/articles/sip-panelei-sostav-preimushchestva-i-nedostatki-montazh/> (Дата обращения: 21.12.2024).
2. Долговечность домов из СИП панелей [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://www.ilya-stroy.ru/blog/polezno/dolgovechnost-domov-iz-sip-paneley/#:~:text=%D0> (Дата обращения: 20.12.2024).
3. Еремеев А.А. Строительство домов из SIP-панелей / А.А. Еремеев // Технические науки. – 2020. – № 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stroitelstvo-domov-iz-sip-paneley> (Дата обращения: 23.12.2024).
4. Кислый В. Деревянные клееные конструкции: направления развития и решения проблем / В. Кислый [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://stroit.ru/stati/derevyannye-kleenye-konstruktsii-napravleniya-razvitiya-i-resheniya-problem/> (Дата обращения: 20.12.2024).
5. Лысенко А.О. Обзор российских и зарубежных технологий производства многослойных деревянных панелей / А.О. Лысенко // Технические науки. – 2018. – № 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://vestnik.susu.ru/building/article/download/9034/7283> (Дата обращения: 20.12.2024).
6. Надёжность и прочность домов из СИП панелей [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://ekodom-oz.ru/blog/prochnost-doma-iz-sip-panelej-i-ego-nadezhnost/> (Дата обращения: 21.12.2024).
7. Преимущества СИП-панелей для строительства дома – плюсы и минусы [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: [https://journal.totdom.com/news/preimushchestva\\_sip-paneley\\_dlya\\_stroitelstva\\_doma\\_plyusy\\_i\\_minusy/](https://journal.totdom.com/news/preimushchestva_sip-paneley_dlya_stroitelstva_doma_plyusy_i_minusy/) (Дата обращения: 22.12.2024).

8. Саранина П.Д. Эффективность применения клееных деревянных конструкций в современном строительстве / П.Д. Саранина // Технические науки. – 2023. – № 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-primeneniya-kleenyh-derevyannyh-konstruktsiy-v-sovremennom-stroitelstve/viewer> (дата обращения: 23.12.2024).

9. Сип-панели. Особенности и преимущества [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: [https://www.ilya-stroy.ru/blog/polezno/pochemu-stoit-vybrat-sip-paneli-/?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F](https://www.ilya-stroy.ru/blog/polezno/pochemu-stoit-vybrat-sip-paneli-/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F) (Дата обращения: 21.12.2024).

*Оригинальность 81%*