

4. По результатам экспериментальных исследований для моделей с измененным соотношением  $L/B = 5,3$  и увеличенной грузоподъемности (до порядка 1700 т) установлено, что модель с носовой частью типа «сани» с плоским носом и углом подъема  $22^\circ$  в режиме толкания демонстрирует преимущество при числах Фруда до значения  $Fr = 0,25$  (8–9 км/ч), а при дальнейшем увеличении скорости сопротивление движению возрастает на 10% в сравнении с моделями с лекальными обводами. К тому же плоская форма обводов подвержена повышенному силовому воздействию на корпус в носовой части при движении на открытой воде, что сужает возможности транспортировки грузов по районам плавания. Тем не менее, данную форму обводов можно рекомендовать для судов эксплуатирующихся на мелководье с низкими скоростями передвижения, либо в качестве второго судна в баржевом кильватерном составе с расширением районов плавания.

5. Установлено, что модели при  $L/B = 5,3$  с лекальными обводами при скоростях эксплуатации демонстрируют практически паритет по значениям сопротивления движению. Однако при скоростях движения свыше 10 км/ч модель с лекальными обводами и носом с углом подъема  $25^\circ$  с малой килеватостью показывает снижение сопротивления движению порядка на 8% в сравнении с моделью с лекальными обводами и ложкообразным носом. Таким образом, оба варианта лекальной формы обводов можно рекомендовать для изготовления корпуса баржи. Причем, данные типы обводов можно рекомендовать в качестве обводов головной баржи в кильватерном составе с возможностью эксплуатации как на мелководье, так и на крупных водоемах и озерах.

6. При определении предпочтительной формы лекальных обводов и разработке проекта баржи с соотношением  $L/B = 5,3$  и увеличенной грузоподъемности следует руководствоваться наибольшей технологичностью изготовления корпуса баржи, а также возможностью использования для постройки части годных материалов и конструкций корпусов судов подлежащих списанию.

При разработке проекта следует руководствоваться наибольшей технологичностью изготовления корпуса баржи, а также возможностью использования для постройки части годных материалов и конструкций корпусов судов подлежащих списанию.

УДК 691.1

## **НОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

*Т.В. Шатуха, И. И. Назаров, О.А. Шавловская*

*Белорусский национальный технический университет*

Строительство развивается в области модульных и экологичных подходов с использованием передовых строительных материалов, которые

дополняют новые технологии и разработки в строительной отрасли. Многие инновационные и экологически чистые материалы заменяют старые, такие как бетон и базальт, напечатанные на 3D-принтере. Все более и более популярными становятся материалы, изготовленные из живых организмов, благодаря самовосстанавливающемуся бетону, в котором используются микроорганизмы: бактерия *Bacillus cohnii*. Более того, экологически чистые материалы, такие как композиты с мицелием, биопластики и биопена, также являются частью этой тенденции в строительной отрасли. Следующая категория инновационных материалов включает аэрогель, графен, паучий шелк, углеродные композиты, гидрокерамику и наноматериалы. Эти материалы более экологичны, легкие и обладают более высокой водоудерживающей способностью. Современные деревянные и алюминиевые материалы, такие как бамбук, поперечно-клееная древесина, прозрачная древесина и пена алюминия обладают более высокой прочностью и способностью к биологическому разложению. Стартапы исследуют новые экологически чистые материалы, которые отличаются прочностью, не требуют особого ухода и энергоэффективны.

Испанские специалисты разрабатывают методы для внедрения графена в известные материалы или создания новых материалов на основе графена, используемых в строительной отрасли. Графен – это двумерная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом, своеобразные сетки. Графен в двести раз прочнее стали, поэтому ему находят применение и в строительстве. Поэтому включение графена в состав стальных конструкций делает их не только прочнее, но и легче. Кроме того, добавление графена в бетон удваивает прочность полученного композита и в четыре раза повышает его водонепроницаемость. Стартап занимается разработкой архитектурно-строительных изделий на основе графена, включая защиту от солнца, сборку компонентов и ветровые фасады. Graphenglass – это компактный графен, обладающий такими свойствами, как гидрофобность поверхности, огнестойкость, постоянство цвета для наружной экспозиции, механическая прочность или предотвращение распространения микроорганизмов. Эти особенности делают его пригодным для использования в экстремальных условиях. Решение приносит пользу строителям и владельцам, а также окружающей среде повышая энергоэффективность зданий.

Новозеландский стартап **NZ Future Forest Products** внес свой вклад для строительной отрасли. Специалисты предлагают модульные решения на основе древесины для строительства. Стартап инженеры из поперечно-клееного бруса (CLT) и клееного бруса (GLT), которые используются в модульном строительстве. Альтернативы дереву обладают улучшенными свойствами, такими как долговечность, прочность, стабильность, сейсмостойкость, тепловые характеристики, огнестойкость, управление влажностью, диффузия пара и гибкость конструкции. NZ Future Forest Products стремится заменить

углеродоемкий бетон и сталь экологически чистыми деревянными материалами. Панели из поперечно-клееной древесины - современный строительный материал, который открывает новые возможности в деревянном массивном домостроении. Это относительно недорогой материал, который в последнее время все чаще используются в строительстве в Европе и Америке и спрос на него постоянно растет. Из них изготавливаются плиты перекрытий, стеновые панели, балки и несущие опоры

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Красовский П. С. Строительные материалы / П. С. Красовский. – Москва, 2021. – 256 с.
2. Баллай Ф., Фрей Х., Хейн С. Строительные материалы и технические основы строительства. Учебник / «Фолиант», 2021. – 216 с.

УДК 697.1

## **ИННОВАЦИОННОЕ ОТОПЛЕНИЕ ДОМА ГРЕЮЩЕЙ ФОЛЬГОЙ ALSON**

*Т.В. Шатуха, И. И. Назаров, О.А. Шавловская*

*Белорусский национальный технический университет*

### **Общие сведения**

Пленочный инфракрасный обогреватель на основе греющей фольги Alson (Финляндия) используется в системах основного потолочного отопления и дополнительного напольного обогрева загородных частных домов, дач, квартир, административных зданий, медицинских и детских учреждений, промышленных и спортивных объектов.

В отличие от решений, представленных на рынке другими производителями инфракрасной пленки, греющая пленка Alson – это готовый к установке прибор с встроенными на заводе-изготовителе "холодными" проводами питания (присоединения).

Отопление регулируется при помощи термостата (Asmi EC , Alson T4360, AS•MI® TH132, CM 67 Chronotherm). Термостат контролирует температуру воздуха в помещении с помощью встроенного датчика и управляет процессом обогрева путем сравнения, установленной и фактической температуры.

Тепловая мощность такой системы отопления может быть от 60 до 100 Вт на 1 м<sup>2</sup> отапливаемой площади.