

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЬНЯНОЙ КОСТРЫ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛИТНОГО УТЕПЛИТЕЛЯ

Данная статья является попыткой сформулировать основные тезисы о целесообразности применения в строительстве отходов переработки льна. В статье рассмотрен вариант применения отходов производства льняной тресты в качестве плитного утеплителя. В качестве доводов о возможном использовании костры как сырья для производства утеплителя приводятся результаты теплофизических и физико-механических испытаний.

Вологодская область, костра, отходы льнопроизводства, применение растительных отходов, строительные материалы.

Вологодская область традиционно является крупным производителем льна. Его выращивание обусловлено в первую очередь благоприятным климатом. Также имеется существующий общеизвестный бренд – «Вологодское кружево», что обуславливает развитие льнопроизводства на территории области.

В современных реалиях отрасли строительных материалов и изделий возникает запрос со стороны потребителей на материалы, изготовленные без применения синтетического и искусственного сырья. Применение материалов, созданных на основе отходов льнопроизводства, позволит расширить предложение строительных материалов, созданных на сырье природного происхождения.

Однако о целесообразности использования отходов производства льняной тресты в строительных материалах можно говорить только после адекватного анализа. Поэтому в настоящей статье приводится обоснование целесообразности применения в строительстве переработки льна как сырья для производст-

ва материалов с повышенными теплофизическими свойствами.

Для оценки объемов заготавливаемого льна применим статистические данные по валовому производству льноволокна (рис. 1) [3]. Согласно статистическим данным за 2014 г. валовый сбор льноволокна составил 3,8 тыс. т; за 2015 – 4,3 тыс. т; за 2016 – 3,4 тыс. т; за 2017 – 1,9 тыс. т; за 2018 – 2,6 тыс. т.

За 2017 год валовый сбор является одним из самых низких за период с 2000 года. Это объясняется следующими причинами: неурожайный год, устойчивое снижение спроса на льняную продукцию, профицит льняных изделий на рынке.

Согласно данным исследований [4] выход собственно волокна у льна-долгунца (наиболее распространенного на территории области) составляет от 33 до 37 процентов от общего объема тресты. Следовательно, отходы (костра), при достаточно грубой оценке, которые могут быть использованы в строительстве в зависимости от предъявляемого качества к ним, имеют объем, равнозначный валовому сбору льноволокна.

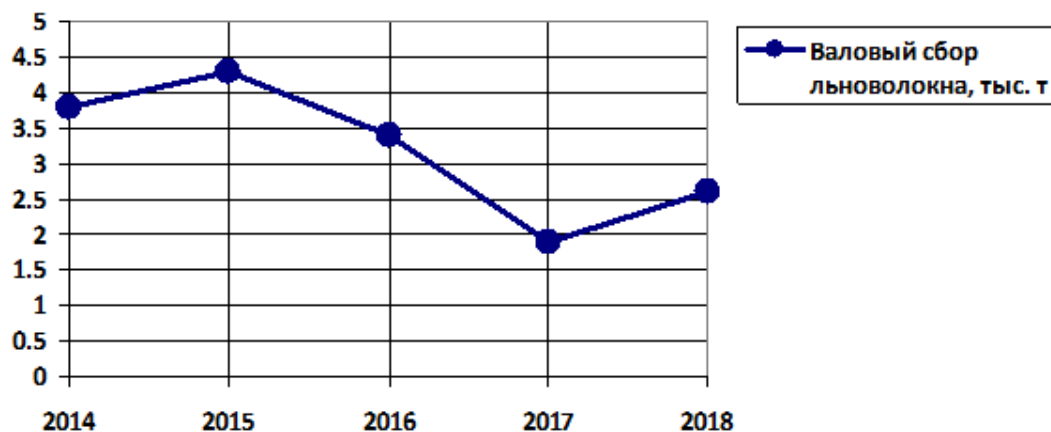


Рис. 1. Валовый сбор льноволокна в Вологодской области

В Вологодской области осуществляется активная поддержка льнопроизводителей [2]. Выделяются субсидии, в т.ч. из регионального бюджета. Губернатором поставлена задача по разработке программы, согласно которой возмещается до 50% затрат, направленных на приобретение тракторов, и 80 % затрат на машины и оборудование для выращивания и переработки льна. Всё это позволяет предполагать, что производство льноволокна будет увеличиваться.

В строительной области имеется позитивный опыт применения отходов льнопроизводства [1]:

1. Текстильные обои с использованием в качестве лицевой стороны льносмесовых тканей. Волокнистые материалы, введенные в состав обоев, препятствуют распространению пожара благодаря наличию специальных огнестойких свойств.

2. Получение различных эфиров и составов используемых для получения пороха, клеев, химических волокон, лаков, красок, составов для добычи нефти.

3. Сырьё для получения нетканых материалов, применяемых при производстве, например, мебели, геотекстиля для укрепления насыпей, склонов, берегов водоемов путем создания травяных матов.

4. Раздробленная солома льна и костра являются материалом для выпуска волокнистых плит средней плотности. Волокнистые панели заняли ведущее положение в мебельной индустрии Европы. Из соломы льна получают качественные изоляционные панели – они легки, имеют низкую теплопроводность, что позволяет применять их в качестве утеплителей.

По данным Федерального государственного бюджетного учреждения «Агентство по производству и первичной обработке льна и конопли «Лен»» на территории Вологодской области строительный материал прямого назначения производится только для применения в деревянном строительстве как межвенцовый утеплитель [5], так называемая пакля. О других применениях в области строительных материалов неизвестно. Однако пакля практически выходит из употребления в строительстве из-за низких технических качеств и трудоемкости использования, уступая место более технологическим межвенцовым утеплителям.

С другой стороны, для реализации производства должны быть созданы условия обеспеченности необходимыми объёмами цемента, с учётом затрат на его доставку до производства. Иными словами, производство должно располагаться вблизи населённых пунктов с высоким обеспеченным спросом на строитель-

ные материалы, вблизи Вологды и Череповца. Наиболее удачным географическим положением обладают льнозаводы 1 (д. Батран, Череповецкий район), 2 (д. Прогресс, Шекснинский район) и 3 (д. Нифантово, территория льнозавода, Шекснинский район). Данные льнозаводы обладают высокими мощностями по переработке льнотресты: 1800, 2700, 2500 тыс. тонн соответственно для 1, 2 и 3. Это говорит о высоком уровне обеспеченности кострой при близком расположении к транспортным путям и г. Череповцу.

Для получения физико-механических свойств материала теоретически был подобран состав. В качестве исходных материалов были использованы: льняная костра, портландцемент (М500 Д0 ЦЕМ I 42,5), вода. С целью уточнения соответствия заявленных свойств исходного сырья портландцемент был проверен на прочность согласно ГОСТ 30744-2001 «Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка». Костра соответствует требованиям ГОСТ 19222-84 «Арболит и изделия из него. Общие технические условия». Таким образом, применяемые материалы соответствуют требованиям, оговоренным в нормах.

Состав № 1 получаемого материала на 1 м<sup>3</sup>:

1. Портландцемент М500 Д0 ЦЕМ I 42,5 – 294,5 кг.

2. Костра льняная – 125 кг.

3. Вода – 490 л.

Для состава № 2 количество костры было уменьшено до 115 кг.

Для снижения влияния углеводов, содержащихся в костре, применялся следующий метод: льняная костра перед замесом вымачивалась в известковом молоке 1 сутки.

Замес смеси проводился в следующем порядке: в бетоносмеситель подавалась костра и ¼ части воды, смесь перемешивалась 2 минуты, затем, не останавливая смеситель, подавалось вяжущее в течение 2 минут, далее продолжалось перемешивание в течение 2 минут, вводился остаток воды и после смесь перемешивалась в течение 4 минут и укладывалась по металлоформам.

Для испытаний на сжатие применялись образцы 100×100×100 мм, для проверки на теплопроводность применялись образцы согласно ГОСТ 7076-99 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме». Данные результатов испытаний приводятся в таблице, рисунках 2 и 3.

Таблица

**Результаты испытания составов № 1 и № 2**

№ состава	№ образца	Плотность, ρ, кг/м <sup>3</sup>	Значение разрушающей нагрузки, F, кН	Значение прочности на сжатие, R, МПа	Коэффициент теплопроводности, λ, Вт/(м*К)
1	1	476,5	2	0,19	0,078
	2	483,5	1,5	0,14	0,064
	3	470	1,8	0,17	0,070
	среднее	476,7	-	0,17	0,0707
2	1	496,5	2,1	0,2	0,079
	2	493,5	2	0,19	0,069
	3	510,4	2,4	0,23	0,083
	среднее	500,1	-	0,21	0,077

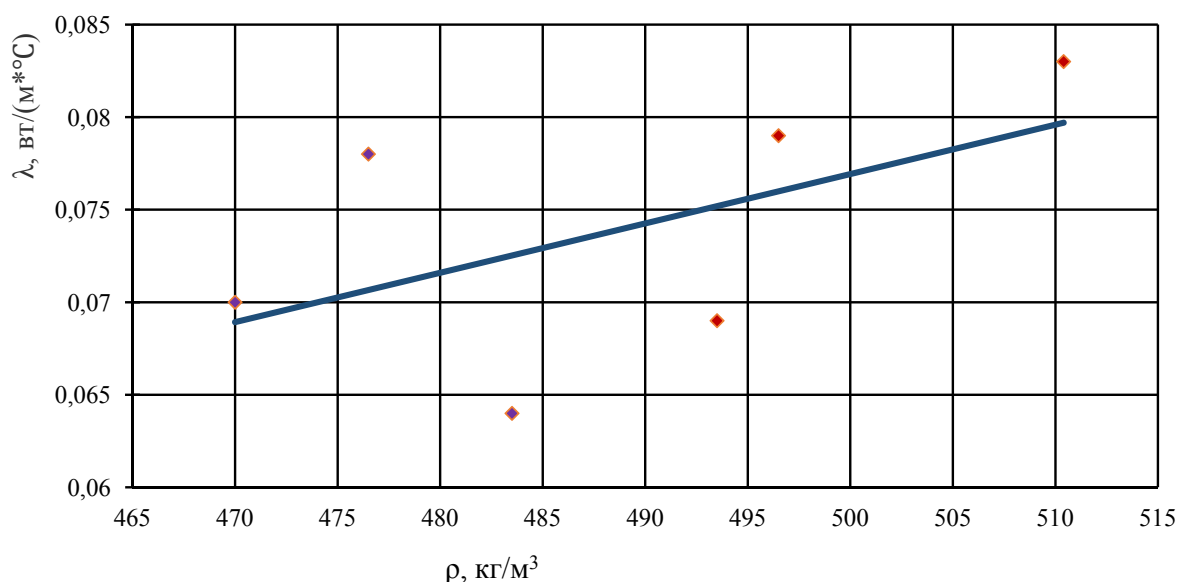


Рис. 2. Зависимость коэффициента теплопроводности от плотности материала

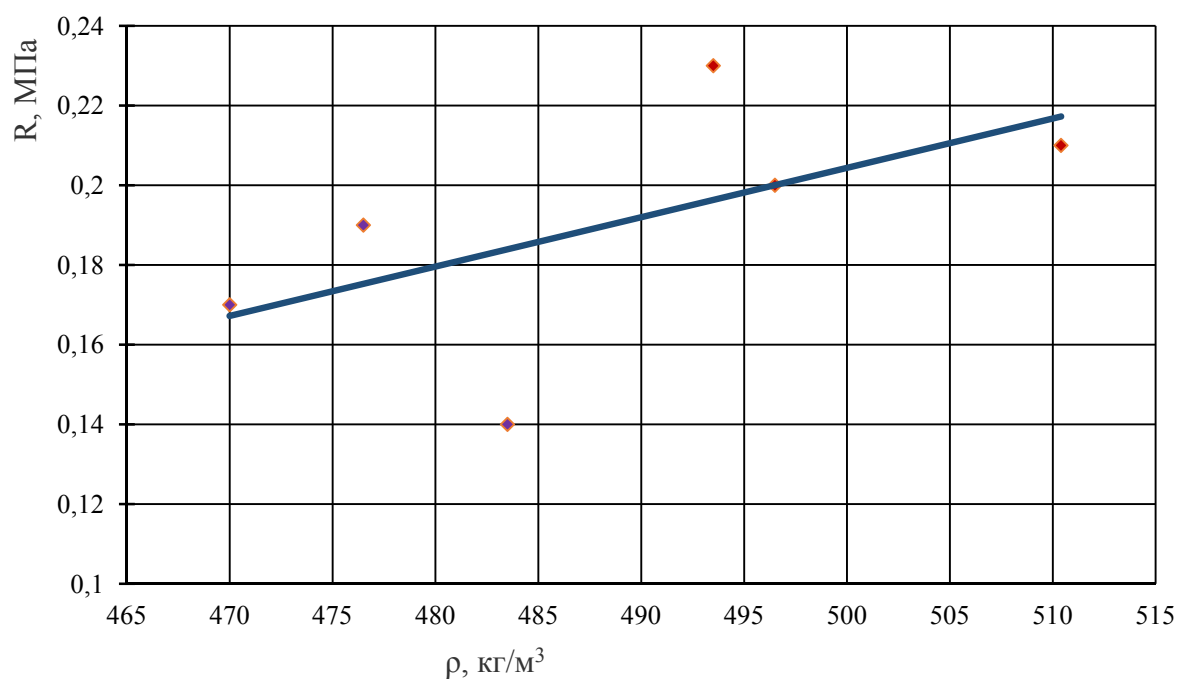


Рис. 3. Зависимость прочности на сжатие от плотности материала

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что данные материалы имеют возможность использования. Если сравнивать данные, полученные таким путём, с нормативными данными из ГОСТ 19222-84, то теплопроводность ниже оговоренной в стандарте (для плотности  $500 \text{ кг/м}^3$  –  $\lambda = 0,8 \text{ Вт/(м*К)}$ ).

Таким образом, на территории Вологодской области можно реализовать производство теплоизоляционных материалов на основе отходов льнопереработки. Данный материал, получаемый из костры путём смешивания с вяжущим, имеет конкурентоспособные теплофизические свойства.

### Литература

1. Беляков, Н. А. Экономические проблемы производства и переработки льна / Н. А. Беляков, П. М. Советов. – Вологда-Молочное : ФГОУ ВПО Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина, 2005. – 195 с.
2. В Вологодской области развивают льноводство // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – 2019. – 15 марта. // Официальный сайт министерства сельского хозяйства Российской Федерации. – URL: <http://mcx.ru/press-service/regions/vologodskoy-oblasti-razvivayut-lnovodstvo/> (дата обращения: 15.07.2019). – Текст : электронный.

3. Вологодская область в цифрах, 2018 : краткий статистический сборник / Вологдастат. – Вологда : 2019. – 148 с.

4. Мансалова, А. И. Урожайность и качество льна-долгунца в зависимости от погоды, сроков посева и уборки / А. И. Мансалова // Земледелие. – 2016. – № 8. – С. 29–31.

5. Перечень льноперерабатывающих предприятий (льнозаводов) льняного комплекса на

14.08.2017 г. // Официальный сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Агентство по производству и первичной обработке льна и конопли «Лен». – URL: <http://agentstvo-len.ru/perechen-lnopererabatyvayushchikh-predpriyatiy-lnozavodov-lnyanogo-kompleksa-na-01-01-2015-g> (дата обращения: 18.07.2019). – Текст : электронный.

*D.V. Kuznetsov, O.A. Povarova*

#### **USE OF FLAX SHIVE AS RAW MATERIAL FOR PLATE THERMAL INSULATOR PRODUCTION**

This article is an attempt to form the main points about the advisability of using flax shive in construction. The article considers the option of using shive from the production of flax as a plate thermal insulator. The results of thermophysical and physical-mechanical tests are given as arguments for the possible use of flax shive as a raw material for the production of thermal insulator.

Vologda region, shive, flax production waste, application of plant waste, construction materials.