

**К. Акмалайулы<sup>1</sup>, Е. Толеуов<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Сатпаев Университет, Алматы, Казахстан

**Информация об авторах:**

Акмалайулы Кенжебек – доктор технических наук, профессор кафедры «Строительство и строительные материалы», Институт архитектуры и строительства им. Т.К. Басенова, Satbayev University, Алматы, Казахстан.

<https://orcid.org/0000-0002-9796-8813>, email: k.akmalaiuly@satbayev.university

Толеуов Ержан Саятович – магистрант кафедры «Строительство и строительные материалы», Институт архитектуры и строительства им. Т.К. Басенова, Satbayev University, Алматы, Казахстан.

<https://orcid.org/0000-0002-7048-9150>, email: yer-zhan@mail.ru

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С УЛУЧШЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ**

**Аннотация.** *Строительные материалы, полученные из сельскохозяйственных и промышленных отходов, становятся все более привлекательными в строительстве из-за их устойчивости и минимальному воздействию на окружающую среду. Для улучшения эксплуатационных характеристик необходимо защищать материалы от вредных воздействий среды. В основном задача стоит в необходимости повысить огне- и биостойкость композиций и снизить их сорбционную активность. Требуется вводить добавки в массу или защищать материал специальными поверхностными пропитками.*

**Ключевые слова:** *отходы, рисовая шелуха, композиты, теплоизоляционные материалы, наполнители, волокно, теплопроводность.*

### **Введение**

Теплоизоляционные материалы были всегда на особом внимании, и в настоящее время предъявляются высокие требования к теплоизоляционным качествам сооружений и зданий. Вместо старых технологий по утеплению сейчас широко используются изделия на основе минеральной ваты и различных вариации пенопластов, согласно теплотехническим расчетам закладывается слой утеплителя от 50 мм до 150 мм. Недостатками являются их горючесть, высокая стоимость и огромные энергозатраты на технологическое производство.

Актуальна проблема с промышленными отходами, так как материалы на основе отходов растительного сырья не используются фермерами и засоряют сильно окружающую среду.

В настоящее время в связи с интенсивным развитием производства серьезной проблемой, нарушающей гармоничное развитие биосферы, является образование различных техногенных отходов, складирование которых ведет не только к загрязнению, но и к нерациональному использованию земельных угодий, создает реальные угрозы значительных загрязнений атмосферы, росту транспортных расходов и безвозвратной потере ценных материалов и веществ.

Значительная доля отходов приходится на сельскохозяйственное производство, к которым, в частности, относится и рисовая шелуха. Утилизация рисовой шелухи – важная задача для всех стран, занимающихся возделыванием и переработкой рисовой культуры: только в Казахстане на рисоперерабатывающих заводах ежегодно образуется около 50 тыс. тонн вышеуказанных отходов, направляемых, в основном, в отвалы, создавая значительные экологические трудности. Задача переработки рисовой шелухи практически не решена и в крупных рисосеющих странах и на протяжении многих лет и не теряет своей актуальности.

Промышленные отходы как рисовая шелуха используется для производства композитов со смесью биоразлагаемого вяжущего путем горячего прессования. Морфологический анализ композитов показал, что связующее вещества имеет большее взаимодействие с рисовой шелухой [1, 2].

Приготовленные биоразлагаемые композиты соответствуют большинству требуемых свойств для теплоизоляции зданий и демонстрирует большой потенциал для замены обычных строительных материалов, используемых в настоящее время.

В последние годы идет активная работа по рационализации использования сырья и материалов, продвигается технология ресурсосбережения, а также минимизирование загрязнения окружающей среды.

Использование отходов рисовой шелухи в строительных теплоизоляционных материалах существенно освободит участки фермерств и предотвратит разложение органических природных соединений [3].

Главное преимущество использования рисовой шелухи в производстве изделий, это их дешевизна, доступность, доказанная эффективность и устоявшиеся технологии изготовления.

Теплоизоляционные материалы широко применяются в основном при строительстве жилых и промышленных зданий, а также для теплозащиты технологического, энергетического и холодильного оборудования.

Теплоизоляционные материалы характеризуются малой теплопроводностью. Разность температур в средах, разделенных ограждением, приводит к переходу тепла от нагретой к холодной среде. Цель теплоизоляции – ограничить количество передаваемого тепла.

Однако для достижения значительного теплосопротивления необходимо делать либо ограждения большой толщины, что нецелесообразно как с экономической, так и технологической точек зрения, либо применять теплоизоляционные материалы, позволяющие существенно уменьшить толщину ограждения. Последнего можно достичь, применяя теплоизоляционные материалы с высокой пористостью, поскольку воздух, заполняющий поры таких материалов является плохим проводником тепла [4, 5].

Теплоизоляционные материалы получают из различных видов минерального и полимерного сырья по различным технологиям. Наиболее старыми теплоизоляционными материалами являются камышит и соломит, а также минеральная вата. В настоящее время к теплоизоляционным материалам относятся

древесноволокнистые плиты, цементный фибролит, ячеистый бетон, пеностекло, газонаполненные пластмассы, полимербетоны и др.

Однако, полимерные материалы, в том числе и наполнители, в Казахстане не производятся, а потребность в теплоизоляционных строительных материалах не иссякает. Наполненные вспененным полистиролом строительные блоки в настоящее время импортируются из других стран.

### **Материалы и методы**

Применение органических волокнистых материалов без связующих, в виде теплоизоляционных засыпок, нецелесообразно. Такие засыпки эффективны только на начальном этапе эксплуатации. Они очень неустойчивы по форме и проницаемы для жидких и газовых сред, а также в большой степени подвержены биологическому воздействию. Поэтому необходимо включать волокна в матрицу связующего.

Все вяжущие, применяемые для теплоизоляции, можно разделить по типу основного компонента на две группы: неорганические и органические. Причем в последнее время неорганические вяжущие часто для повышения качества модифицируют органическими компонентами. К настоящему моменту накоплен обширный материал о вяжущих, применяемых для производства теплоизоляционных изделий, который далеко выходит за рамки.

Полимерные волокнистые материалы, в качестве наполнителей для получения теплоизоляционных материалов, имеют свои особенности. Прежде всего, это анизотропия свойств волокнистых материалов в продольном и поперечном направлениях. В этих материалах длинные молекулы полимеров вытянуты вдоль направления волокна, а прочность в поперечном направлении обусловлена в основном межмолекулярными связями и, следовательно, значительно меньше, чем в продольном. Поэтому волокнистые материалы склонны к дефибрилизации – расщеплениям вдоль направления волокон. Модуль упругости волокнистых материалов сильно зависит от структуры материала. Так, модуль упругости материала в кристаллическом состоянии значительно выше, чем в аморфном. Анизотропия свойств волокнистых материалов сказывается в разности коэффициента линейного расширения, анизотропии двойного лучепреломления, тепло- и температуропроводности и т.д. [6, 7]. Но при применении мелковолокнистых отходов полимерных материалов чаще всего наблюдается их хаотичное распределение в матрице связующего, и, следовательно, выравнивание свойств композиции в продольном и поперечном направлениях. Высокие теплоизоляционные свойства полимерных материалов обусловлены следующим. Теплопроводность полимерных материалов невысокая, в основном лежит в пределах 12-30 Вт/м·К, при невысоких температурах эксплуатации (до 100 °С) доля теплоизлучения также мала. Поэтому основная теплопередача идет путем конвекции. Из-за высокой пористости волокнистых материалов на этом пути возникают значительные препятствия. Чем выше пористость волокнистого материала, тем больший объем воздуха удерживается им и, следовательно, тем меньше его теплопроводность. С точки зрения теплоизоляционных свойств

наиболее эффективно применение волокнистых материалов без связующих. Но при этом возникают проблемы неустойчивости по форме и проницаемости для жидких и газообразных сред. Поэтому целесообразно включать волокнистые материалы в матрицу специально подобранных связующих. Матрица служит средой, равномерно распределяющей нагрузку на все волокна и создающей формоустойчивый непроницаемый каркас. Армированные волокном композиты можно разделить на три группы: 1) однонаправленные композиционные материалы с основой из параллельно уложенных высокопрочных волокон в матрице; 2) материалы со слабой ориентацией волокон; 3) хаотичное распределение коротких волокон в связующем [8].

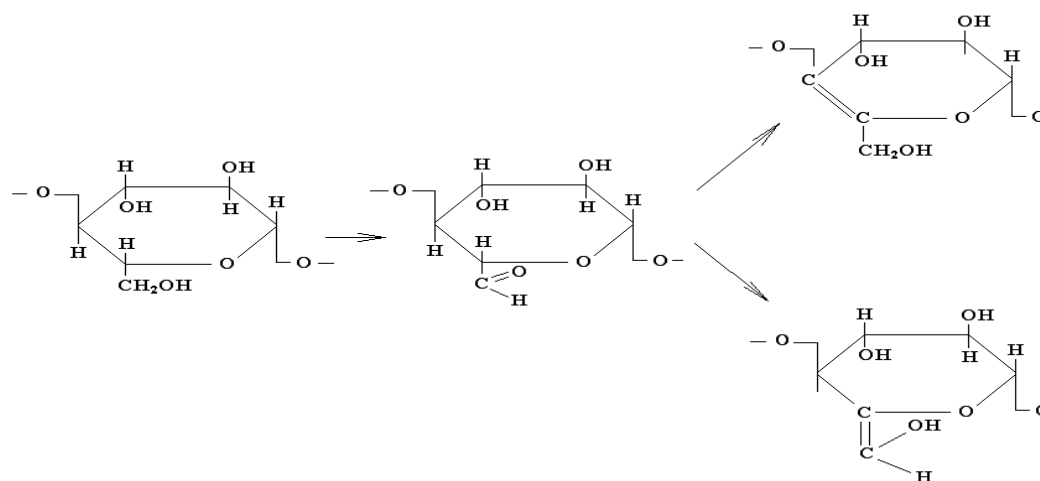
К третьей группе относится большая часть материалов на основе волокнистых отходов. При работе с волокнистыми отходами в первую очередь требуется установить природу материала. Для этого существует множество методов: определение степени горючести материала, микроскопические исследования, испытание на растворимость и окрашиваемость и т.д. Природа волокнистого материала позволяет определить его дальнейшую переработку, выбор вяжущего, степень защиты и т.д.

Для производства теплоизоляционных материалов применяют большое количество разнообразных растительных отходов. Наибольшее значение имеют отходы следующих производств: деревообработки (стружки, опилки, древесная пыль), гидролизной промышленности (лигнин), масложировых производств (шелуха хлопковых семян), зернообработки (шелуха и солома злаковых), обработки лубяных культур (костра льна, кенафа), отходы сельского хозяйства (стебли хлопчатника, табака, виноградная лоза и т.д.). Так же, как и в случае с материалами на основе бумажной макулатуры, наибольшее распространение получили изделия типа плит, сегментов, блоков и т.п. Ассортимент подобных материалов достаточно широк. На основе минеральных связующих изготавливают в основном материалы повышенной плотности: арболиты на основе органического коротковолокнистого сырья (опилок, стружек, сечки соломы или камыша, костры и т.п.), обработанного раствором; фибролиты из древесной шерсти (стружек длиной 200-500 мм и диаметром 0,3-0,5 мм). В качестве связующих здесь чаще всего применяют цемент, гипс, магнезиальное вяжущее, иногда вносят добавку жидкого стекла. Подобные изделия на магнезиальном вяжущем получили наименование ксилолиты. Доступность и довольно низкая стоимость сырья обусловили активную работу по созданию подобных материалов [9, 10].

Наряду с макулатурой и растительными отходами в производстве теплоизоляционных материалов нашли применение и другие волокнистые отходы, в первую очередь отходы синтетических волокнистых материалов, отходы рисовой промышленности, отходы валяльных фабрик.

Этот процесс, называемый предсозреванием, очень важен при получении качественных продуктов. В связи с этим мы сочли нужным характеризовать этот процесс более подробно [11]. Другие авторы предполагают, что в процессе окислительное щелочной деструкции целлюлозы кислород присоединяется к атому водорода, связанному с углеродом в 1-м положении глюкозидной связи,

в результате чего цикл глюкозного остатка раскрывается с образованием карбоксильной группы в первом углеродном атоме [12]. Также имеется мнение, что при действии на целлюлозу кислорода, в присутствии щелочи, происходит окисление как первичных, так и вторичных гидроксильных групп до альдегидных и карбоксильных, что вызывает, соответственно, разрыв ацетильных связей и снижение молекулярной массы, как показано ниже:



[материал автора]

Высокое содержание минерального компонента обеспечивает относительно постоянную равновесную влажность рисовой шелухи, зависящую от влажности воздуха и составляющую 8...13% [13]. Малая насыпная плотность рисовой шелухи ( $0,1...0,14 \text{ кг/м}^3$ ) делает ее транспортировку основной статьей затрат при переработке. Легкая растворимость лигнина соломы в щелочи позволяет натронной и сульфатной варке применять меньшие расходы активной щелочи и низкие температуры. По данным, обработка соломы NaOH с концентрацией 1% при  $95 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 2 ч переводит в раствор 79% лигнина соломы, тогда как еловый лигнин растворяется в тех же условиях лишь на 20%. При сульфатных варках, по сравнению с натронными наблюдается лучший провар, более высокий выход целлюлозы. Вследствие большей доступности и меньшей плотности структуры клеточной стенки, меньшего содержания в ней лигнина натронную и сульфатную варку рисовой соломы можно проводить при пониженной конечной температуре ( $140...150 \text{ }^\circ\text{C}$ ), при получении жесткой целлюлозы –  $95...100 \text{ }^\circ\text{C}$  без повышенного давления.

В качестве связующего в этом случае чаще всего применяют жидкое стекло. Так, разработан теплоизоляционный материал на основе отходов текстильной промышленности с хорошими теплоизоляционными свойствами ( $\rho=190 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda=0,064 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ) и достаточной огнестойкостью. Кроме того, он значительно дешевле минераловатных утеплителей. Запатентован теплоизоляционный материал на основе волокнистых отходов валяльно-войлочного производства и жидкого стекла, получаемый термообработкой отформованных плит в потоке горячих газов. Имеется сообщение о производстве материала из

шерстяных отходов со вспененным связующим на основе жидкого стекла, модифицированного дисперсией. Основные характеристики этого материала приведены в таблицы 1. Следует отметить прекрасные теплоизоляционные свойства, но очень низкую плотность перечисленных материалов, что может привести к значительной усадке утеплителя в период эксплуатации.

Таблица 1 – Теплоизоляционные материалы на основе волоконистых отходов различного типа

№	Тип вяжущего и наполнителя	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	Прочность на изгиб, МПа	Прочность на растяжение, МПа
1	Модифицированное жидкое стекло, шерстяные отходы	25,4-50,1	0,04-0,045	-	13-23
2	Пуццолановое, целлюлозное и асбестовое волокно	400-500	0,06-0,08	2,4-2,8	0,71-1,05
3	Жидкое стекло, шерсть и солома	120-200	0,042-0,080	0,8-1,2	1,2-1,8
4	Лигноволокнистые плиты	390-400	0,08-0,09	0,3-1,0	-
5	Пспенное фосфатное вяжущее, минеральная вата, пористый наполнитель	300-400	0,08-0,09	0,3-1,0	-
6	Целлюлозные отходы, перлит	200	0,053	не менее 0,1	-
7	Синтетическая смола, растительные отходы, гранулы пенопласта	106-158	0,058-0,066	0,06-0,2	-

Утилизация этих волоконистых материалов позволяет создавать безотходные технологии, поэтому требуется значительно увеличить количество рецептов теплоизоляционных материалов на основе различных волоконистых отходов промышленности, с целью защиты окружающей среды от загрязнения.

### Результаты и обсуждения

Этапы обработки композита показаны на рисунке 1. Перед приготовлением композита рисовую шелуху сушат в печи при 80 °С для удаления влаги в течение 12 часов. Растворенный в хлороформе  $\text{CHCl}_3$  при комнатной температуре использовали в качестве связующего рисовой шелухи для изготовления композитов. Процентное содержание (оптимальное) связующего в  $\text{CHCl}_3$  определяли после предварительных тестов. Механическая мешалка (40 об/мин в течение 5 мин) используется для смешивания связующего с шелухой при комнатной температуре. Затем волокна с покрытием связующего сушат при комнатной температуре в лабораторном вытяжном шкафу в течение 5 часов для удаления растворителя из смеси. Смесь высушенной шелухи с покрытием связующего была использована для приготовления желаемых образцов композитов методом го-

рячего прессования. Образцы композита обрабатывались в прямоугольной форме (толщиной 20 мм и шириной 40 мм) горячего прессования в два этапа: первый этап при 180 °С в течение 2,5 мин при давлении 1000 кПа; второй этап на 175 °С в течение 6 минут при давлении ниже 5000 кПа для достижения целевой толщины около 2 см. Готовые композиты разрезались на несколько частей для анализа. Перед анализом образцов их кондиционировали в помещении с климат-контролем и относительной влажностью 50% и температурой 23 °С.

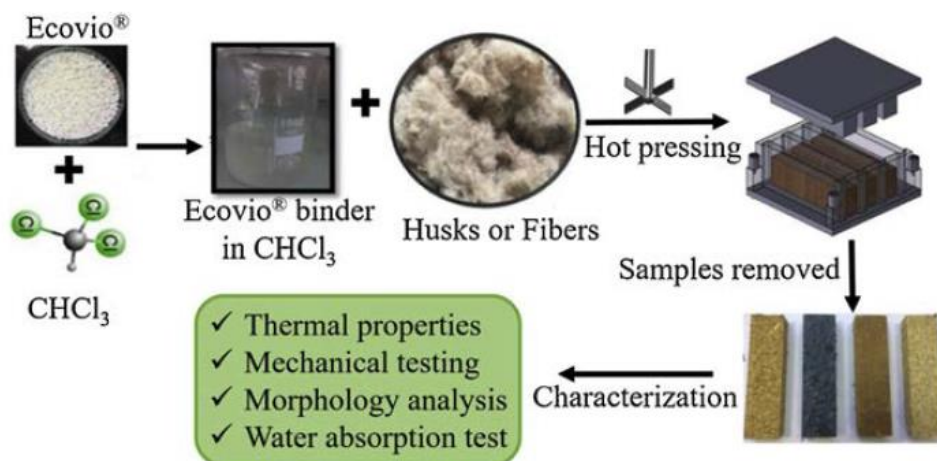


Рисунок 1 – Обработка композита [Источник: фотографии автора Раджендран Мутурадж]

Чтобы получить концентрацию связывающего в композите, образцы композита взвешивали отдельно перед растворением связующего в хлороформе. После удаления вяжущего путем растворения в хлороформе волокна были отфильтрованы и промыты избытком хлороформа до полного удаления связывающего. Затем отфильтрованные волокна сушили в сушильном шкафу до удаления из состава CHCl<sub>3</sub>. Впоследствии измеряли вес высушенного волокна для получения концентрации, вяжущего в полученных композитах. Содержание вяжущего в полученных композитах составило  $13,5 \pm 2\%$ .

Для исследования состава образцов был использован электронный микроскоп, СЭМ, FEI Quanta 200. Изображения были получены с 100-кратным увеличением для всех образцов. Перед наблюдением за морфологией, все образцы металлизировали, используя Val-Тес CED 030, Balzers, чтобы избежать электризации во время анализа.

Плотность образцов рассчитывалась с использованием стандартной формулы массы по отношению к объему. Образцы нарезаются до размеров 40x40x40 мм, взвешиваются и плотность рассчитывалась с использованием толщин образцов. Измеритель теплопроводности FP2C был использован для определения свойств теплопроводности образцов в условиях стабильной влажности и температуры. Теплопроводность, эффузия и диффузия тепла измерялись с помощью датчиков (табл. 2).

Также были проведены далее механические тесты, термические тесты и тест на свойство впитывания воды.

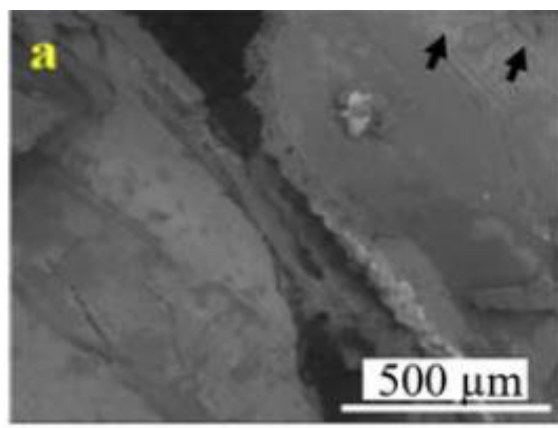


Рисунок 2 – Микроскопический снимок рисовой шелухи со связующим в x100  
[Источник: фотографии автора Раджендран Мутураджд]

Снимок микроскопом композита показан на рисунке 2. Видно, что связующее наносится на поверхность шелухи. Однако композиты на основе рисовой шелухи имели на поверхности небольшие белые пятна (черные стрелки), которые предполагают, что связующее покрыто неравномерно.

Таблица 2 – Плотность и теплопроводность композита

Образец	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Теплопроводность Вт/(м·К)	Термодиффузия 10 <sup>-7</sup> (м <sup>2</sup> /с)	Эффузия (тепловая инерция) (Дж м <sup>-2</sup> к <sup>-1</sup> с <sup>-1/2</sup> )	Теплоемкость (Дж/К)
Рисовая шелуха со связующим	380±10	0,08±0,001	420	195±5	530±30

### Заключение

Промышленные отходы на базе биологической основы связующего были исследованы для применения в теплоизоляционных материалах. Успехи разработанных изделий в реальных условиях работы должны быть исследованы, но уже полученные результаты показывают большие перспективы в разработке нового класса экологически чистых материалов для внутренней теплоизоляции зданий. Рисовая шелуха показала хорошие изоляционные свойства (0,08 Вт/м·К) при плотности 380 кг/м<sup>3</sup> и меньшее водопоглощение (40% после 24 ч погружения в воду). Замена обычных строительных материалов на разработанные биокompозиты снизят воздействие на окружающую среду. Дальнейшие исследования необходимо сделать для улучшения обработки биокompозита для промышленного производства.

Данная технология является энергосберегающей, так как процесс сушки и формования панелей проводят без использования внешнего тепла. Кроме того, в технологии предусматривается использование отходов рисового производства, что будет способствовать улучшению экологической обстановки в рисовых областях.



**Литература:**

1. Галимова А.Р., Вураско А.В., Дриккер Б.Н., Земнухова Л.А., Федорищева Г.Ф. Получение волокнистых полуфабрикатов при комплексной переработке соломы риса. *Химия растительного сырья*. 2007, 3, 47.
2. Патент РУз № 9702. 1993. Способ получения целлюлозы из рисовой соломы. Кургульцева Л.И., Дебре Е.И. Брылев А.Н.
3. Муродов М.М., Рахманбердиев Г.Р., Уразов М.К., Тоджиев П.Дж. Технология получения целлюлозы и ее эфиров с использованием сырья. Международная конференция «Возобновляемые древесные и растительные ресурсы: химия, технология, фармакология, медицина». Россия. 21-24 июня 2011г. СПб., 2011, 142-143.
4. Митрофанов Р.Ю. Гидротропный метод получения целлюлозы из мискантуса. *Химия растительного сырья*. – 2011, №1, 25-32.
5. Москалева В.Е. и др. Диагностические признаки недревесных растительных и химических волокон. М.: Лесная промышленность, 1981, 120 с.
6. Ефремова С.В., Сухарников Ю.И., Бунчук Л.В. Жарменов А.А. Переработка рисовой шелухи с получением новых материалов полифункционального назначения. *Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Состояние проблемы, решения*. Алматы, 2008, Т. 10, Глава 6, 243-277.
7. Горяинов К.Э., Коровникова В.В. Технология производства полимерных и теплоизоляционных изделий. М.: Высшая школа, 1975, 176 с.
8. Никонов Г.К., Бурковская Л.Ф., Артамонова Н.А., Челохсаева Г.Л. Химический состав и биологическая активность продуктов пиролиза рисовой шелухи. *Гидролизная и лесохимическая промышленность*. 1990, 7, 18-21.
9. Туренко Л.Ф. Создание строительных теплоизоляционных материалов на основе органических волокнистых отходов. Омск, 1999.
10. Radzhendran Muturadzh, Kleman Lakost, Patrik Lakrua, Ann Berzhere (2020) Sustainable thermal insulation biocomposites from rice husks, wheat husks, wood fibers and textile waste: development and evaluation of operational characteristics. France.
11. Сергиенко В.И. и др. Возобновляемые источники химического сырья: комплексная переработка отходов производства риса и гречихи. *Российский химический журнал*, том XLVIII. 2004, 3, 112-122.
12. Сапрыкина, Л.В. Состояние и перспективы термической переработки рисовой шелухи. *Химия древесины*. 1990, 6, 3-7.
13. Хуан Гуолин. Перекачка водного аммиачного каустического калия из рисовой соломы. *Линчань хуасюэ юй гонг, химик. и инд. forest Prod*. 2002, 4, 31-36.

**References:**

1. Galimova A.P., Vupasko A.V., Dpikerp B.N., Zemnuhova L.A., Fedopischeva G.F. Poluchenie voloknistyih polufabrikatov ppi kompleksnoy peperebotke solomyi pisa [Semi-defense of fibrous semi-finished products in complex processing of straw lynx] *Himiya pastitelnogo syipyua = Chemistry of a growing son*. 2007, 3, 47. (in Russ.)
2. L.I., Deppe E.I. Bpyilev A.N. (2006) A method for producing cellulose from rice straw [Sposob polucheniya tsellyulozyi iz pisovoy solomyi] Patent PUz № 9702. (in Russ.)
3. Murodov M.M., Rahmanberdiev G.R., Urazov M.K., Todzhiev P.Dzh. Tehnologiya polucheniya tsellyulozyi i ee efirov s ispolzovaniem syiryua [Technology for the production of cellulose and its esters using raw materials] *Mezhdunarodnaya konferentsiya «Vozob-novlyaemyie drevesnyie i rastitelnyie resursyi: himiya, tehnologiya, farmakologiya, medi-tsina» = Materials of the international conference "Renewable wood and plant resources: chemistry, technology, pharmacology, medicine"*. Russia. SPb., 2011, 142-143. (in Eng.)
4. Mitpofanov P.Yu. Gidpotpopynyiy metod polucheniya tsellyulozyi iz miskantusa [Hydrotropic method of obtaining cellulose from miscanthus] *Himiya pastitelnogo syipyua = Chemistry of plant raw materials*. 2011, 1, 25-32. (in Russ)

5. Moskaleva V.E. (1981) *Diagnosticheskie ppiznaki nedpevesnyih pastitelnyih i himicheskikh volokon [Diagnostic signs of non-wood plant and chemical fibers]* – M.: Lesnaya ppomyishlennost, 120. (in Russ.)
6. Efremova S.V., Suharnikov Yu.I., Bunchuk L.V. Zharmenov A.A. (2008) *Pererabotka risovoy sheluhi s polucheniem novyih materialov polifunksionalnogo naznacheniya. Kompleksnaya pererabotka mineralnogo syirya Kazakhstana. Sostoyanie problemy, resheniya [Processing of rice husks to obtain new materials for multifunctional purposes. Complex processing of mineral raw materials of Kazakhstan. The state of the problem, solutions]* – Almaty, T. 10, Glava 6, P.243-277. (in Russ.)
7. Goryainov K.E., Korovnikova V.V. (1975) *Tehnologiya proizvodstva polimernyih i teploizolyatsi-onnyih izdeliy [Technology of production of polymer and thermal insulation products]* – M.: Vysshaya shkola, 176. (in Russ.)
8. Nikonov G.K., Burkovskaya L.F., Artamonova N.A., Chelohsaeva G.L. *Himicheskii sostav i biologicheskaya aktivnost produktov piroliza risovoy sheluhi [Chemical composition and biological activity of rice husk pyrolysis products]* *Gidroliznaya i lesokhimicheskaya promyshlennost = Hydrolysis and wood chemical industry.* 1990, 7, 18-21. (in Russ.)
9. Turenko L.F. (1999) *Sozdanie stroitelnyih teploizolyatsionnyih materialov na osnove organicheskikh voloknistyih othodov [Creation of building thermal insulation materials based on organic fibrous waste]* - Omsk, 85. (in Russ.)
10. Radzhendran Muturadzh, Kleman Lakost, Patrik Lakrua, Ann Berzhere (2020) *Sustainable thermal insulation biocomposites from rice husks, wheat husks, wood fibers and textile waste: development and evaluation of operational characteristics.* France. (in Eng.)
11. Sepgienko V.I. et al. *Vozobnovlyaemye istochniki himicheskogo syirya: kompleksnaya pepapabotka othodov ppoizvodstva pisa i gpechihi [Renewed oriental chemical cheeses: complex processing of lynx and buckwheat production waste]* *Possiyskiy himicheskii zhurnal = Russian Chemical Journal.* 2004, XLVIII,3, 112-122. (in Russ.)
12. Sappiykina, L.V. *Sostoyanie i pepspektivy tepmicheskoy pepapabotki pisovoy sheluhi [The state and prospects of thermal processing of rice husks]* *Himiya dpevesinyi = Wood chemistry.* 1990, 6, 3-7. (in Russ.)
13. Huan Guolin. *Perekachka vodnogo ammiachnogo kausticheskogo kaliya iz risovoy solomyi [Pumping of aqueous ammonia caustic potassium from rice straw]* *Linchuan huasyue yuy gong, himik. i ind. forest Prod = Lingchuan huaxue yu gong, chemist. and ind. forest Prod.* 2002, 4, 31-36. (in Russ.)

**К.Акматайұлы<sup>1</sup>, Е.Толуев<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан

**Авторлар жайлы ақпарат:**

Акматайұлы Кенжебек – техника ғылымдарының докторы, «Құрылыс және құрылыс материалдары» кафедрасының профессоры, Т.К. Бәсенов атындағы институт, Satbayev University, Алматы, Қазақстан.

<https://orcid.org/0000-0002-9796-8813>, email: k.akmalaiuly@satbayev.university

Толуев Ержан Саятұлы – «Құрылыс және құрылыс материалдары» кафедрасының магистранты, сәулет және құрылыс институты, Т.К. Бәсенов атындағы институт, Satbayev University, Алматы, Қазақстан.

<https://orcid.org/0000-0002-7048-9150>, email: yer-zhan@mail.ru

**ӨНЕРКӘСІПТІК ҚАЛДЫҚТАР НЕГІЗІНДЕ ЖАҚСАРТЫЛҒАН  
ҚАСИЕТТЕРІ БАР ЖЫЛУ ОҚШАУЛАҒЫШ МАТЕРИАЛДЫҢ  
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН ӘЗІРЛЕУ**

**Аңдатпа.** Ауылшаруашылық және өнеркәсіптік қалдықтардан алынған құрылыс материалдары олардың тұрақтылығы мен қоршаған ортаға минималды әсеріне байланысты

құрылыста тартымды бола бастады. Пайдалану сипаттамаларын жақсарту үшін материалдарды қоршаған ортаның зиянды әсерінен қорғау қажет. Негізінен міндет-композициялардың отқа және био төзімділігін арттыру және олардың сорбциялық белсенділігін төмендету. Массаға қоспаларды енгізу немесе материалды арнайы беткі сіңдірулермен қорғау қажет.

**Түйін сөздер:** қалдықтар, күріш қауызы, композиттер, жылу оқшаулағыш материалдар, толтырғыштар, талшық, жылу өткізгіштік.

**К. Akmalaiuly<sup>1</sup>, Y.Toleuov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

**Information about the authors:**

Akmalayuly Kenzhebek – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department «Construction and Building Materials», T.K. Basenov Institute of Architecture and Construction, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.

<https://orcid.org/0000-0002-9796-8813>, email: [k.akmalaiuly@satbayev.university](mailto:k.akmalaiuly@satbayev.university)

Toleuov Yerzhan Sayatovich – Master's student of the Department «Construction and Building Materials», T.K. Basenov Institute of Architecture and Construction, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.

<https://orcid.org/0000-0002-7048-9150>, email: [yer-zhan@mail.ru](mailto:yer-zhan@mail.ru)

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS  
OF THERMAL INSULATION MATERIAL WITH IMPROVED  
PROPERTIES BASED ON INDUSTRIAL WASTE**

**Abstract.** *Construction materials obtained from agricultural and industrial waste are becoming increasingly attractive in construction due to their sustainability and minimal environmental impact. To improve performance, it is necessary to protect materials from harmful environmental influences. Basically, the task is to increase the fire and biostability of compositions and reduce their sorption activity. It is required to introduce additives into the mass or protect the material with special surface impregnations.*

**Keywords:** *waste, rice husk, composites, thermal insulation materials, fillers, fiber, thermal conductivity.*