

УДК 674*

**ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ ПЛАСТИКА И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ****Куницкая Ольга Анатольевна***доктор технических наук, профессор, Арктический государственный
агротехнологический университет, г. Якутск, Россия, ola.ola07@mail.ru***Заморщиков Дмитрий Николаевич***студент, Арктический государственный агротехнологический университет, г. Якутск,
Россия*

Аннотация. Комплексная переработка всей заготавливаемой фитомассы древесины является залогом повышения эффективности работы любого лесопромышленного предприятия. В Республике Саха (Якутия) реализуется много жилищных программ. Для этого требуется много строительных материалов. Эти материалы лучше всего производить по современным технологиям в Якутии, поскольку завозить их обходится дорого.

Ключевые слова: композиционные строительные материалы, отходы деревообработки, домостроение, комплексные лесопромышленные предприятия, комплексное использование древесины.

**ADVANCED TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF COMPOSITE
BUILDING MATERIALS BASED ON PLASTIC AND WOOD WASTE****Kunickaya Ol'ga Anatol'evna***Doctor of Technical Sciences, Professor, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk,
Russia, ola.ola07@mail.ru***Zamorshchikov Dmitriy Nikolaevich***Student, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia*

Abstract. Comprehensive processing of all harvested wood phytomass is the key to increasing the efficiency of any timber industry enterprise. In the Republic of Sakha (Yakutia), many housing programs are being implemented. This requires a lot of building materials. These materials are best produced using modern technologies in Yakutia, since they are expensive to import.

Keywords: composite building materials, woodworking waste, housing construction, integrated forestry enterprises, integrated use of wood.

Введение. Наиболее распространенным строительным композиционным материалами на основе древесины является арболит (от латинского арбор – дерево и литос – камень), который состоит из следующих компонентов: древесная дробленка (щепа), размерами 3-5x5-10x25 мм, цемент, химические добавки. Технология его производства широко известна, его применяют для малоэтажного строительства на предприятиях лесной отрасли и в сельской местности в России и

за рубежом [1, 2]. Перед производством изделий из арболита древесную дробленку приходится какое-то время выдерживать для уменьшения в ней содержания сахаров, которые мешают отверждению цемента, поэтому их часто называют «цементным ядом». Во время выдержки дробленки происходит естественная деструкция древесины микроорганизмами [3, 4], в результате которой мешающие процессу адсорбции сахара, содержащиеся в древесине утилизируются микробами.

Еще одним распространенным композиционным строительным материалом на основе древесины является фибролит. Его технологический процесс отличается от производства арболита геометрией и размером древесного волокна, который используется в процессе изготовления строительного материала.

Следующим популярным композиционным строительным материалом на основе древесины является Дюризол. Из него делают строительные блоки, из которых возводятся несъёмные опалубки для строительства индивидуальных малоэтажных домов и высотного строительства [5].

Значительно меньше известна и распространена весьма перспективная технология производства термопластбетона, с наполнителем из древесины.

Материалы и методы исследования. Материалы получены в результате анализа литературных источников, глобальной информационной сети Интернет, а также предоставлены партнерами научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» - латвийской компании ORVI.

Результаты. Термопластбетон – это материал, состоящий из термопластичного связующего и наполнителя.

Технология получения термопластбетонов и переработка их в изделия, позволяет использовать в качестве компонентов, первичные, вторичные и разнообразные отходы термопластов (в основном без предварительной очистки и регенерации), минеральных и твердых органических материалов.

В качестве исходного сырья могут использоваться отходы (в том числе и бытовые) – полиэтилентерефталата (ПЭТ), полиэтилена, полипропилена, полистирола и других термопластов (в виде дробленой крошки, сметов, пленки, мешков, сеток, бутылок, нитей и т.п. в том числе и загрязненные); сухие осадки природных и сточных вод, ряд измельченных промышленных и строительных отходов (бой кирпича, стекла, бетона, резиновая крошка, опилки и др.); и при необходимости, целевые добавки – отходы волокна, волокна, пигменты, красители, антипирены, стабилизаторы и др.

Требование к качеству и подготовке отходов минимальные – в ряде случаев можно напрямую использовать тонкослойные отходы.

Варьируя соотношением компонентов композиции (вид и гранулометрию наполнителя; вид связующего), технологическими параметрами, можно получить материалы с широкой гаммой свойств.

С точки зрения лесного комплекса, использование технологии производства термопластбетона перспективна тем, что она позволяет эффективно переработать не только отходы лесопильного и деревообрабатывающего производств, но предварительно измельченную тонкомерную древесину, получаемую при проведении рубок ухода за лесом, санитарных рубок, и т.д. [6-8]. В принципе, при необходимости, возможно производство термопластбетона в условиях нестационарных лесопромышленных складов [9-11].

Для наиболее полного функционального соответствия термопластбетонов можно подобрать рецептуру, исходные материалы и параметры технологического процесса таким образом, чтобы полученные материал и изделия на его основе отвечало требованиям данной области применения.

Термопластбетоны могут выпускаться конструкционными (теплоизоляционными) или фильтрующими.

Использование термопластбетонов позволяет совместить основные преимущества полимерных материалов и свойств выбранных видов наполнителя. Такие композиции придают изделиям новые значения ряда характеристик физико-механических и функциональных свойств.

Термопластбетоны обладают:

- высокой химической стойкостью;
- водостойкостью;
- морозостойкостью;
- повышенной трещиностойкостью;
- сравнительно низкой теплопроводностью и электропроводностью;
- повышенной (по сравнению с бетонными и керамическими изделиями) прочностью на изгиб и растяжение;
- повышенной устойчивостью к воздействию, вибрации, ударным нагрузкам, радиации.

Благодаря высокой степени наполнения термопластбетоны устойчивее по сравнению с термопластами к воздействию ультрафиолетового излучения, температуры.

Создание композитных материалов – термопластбетонов, на базе отходов дает возможность:

- замены первичных исходных материалов на вторичные, не ухудшая функциональные характеристики изделий;
- утилизации твердых отходов переработки и эксплуатации полимерных и минеральных материалов, продуктов природного происхождения, что обеспечивает поддержание экологической чистоты окружающей среды;
- снижения в 2-4 раза энергозатрат по сравнению с производством аналогичных изделий из традиционных материалов;
- обеспечивать дополнительную экономию энергии путем использования отходов;
- прямого использования загрязненных отходов термопластов, что обеспечивает резкую экономию трудозатрат;
- обеспечивать конкурентоспособность изделий благодаря относительно низкой стоимости и доступности исходного сырья (помимо получения ряда новых свойств).

К технологическим преимуществам термопластбетона относятся:

- получение изделий из термопластбетонов характеризуется кратковременным циклом изготовления в результате интенсивного набора прочности в раннем возрасте, что позволяет резко уменьшить количество формооснастки;
- простота получения цветных (в объеме) изделий;
- возможность использования отходов термопластов с различной температурой переработки (плавления);
- безотходность производства – возможность повторной переработки бракованных изделий.

Изделия из термопластбетона могут быть использованы в различных областях строительства – промышленном, сельскохозяйственном, водном, коммунальном, дорожном и др.

Из термопластбетонов могут быть изготовлены: плиты покрытия полов гражданских, промышленных и животноводческих помещений (в том числе химически стойкие), кормушки, лотки для удаления технологических стоков, черепица, траверсы линий электропередач, подоконники и оконные сливы, бордюрные камни, полые желобчатые крышки для электрокабелей, плиты покрытия и орнаментальные изделия для заправок станций, указательные столбики, оградительные знаки, водосточные желоба на откосах дорог: элементы малых архитектурных форм; элементы подпорных стенок и др.; элементы дренажей и фильтров; звукопоглощающие элементы из пористого термопластбетона.

Формование изделий может осуществляться с использованием статического прессования, проката и укатки, комбинированных способов, включающих экструзию и вибрирование. Гибкая технология получения и переработки термопластбетонов позволяет производство изделий приспособить к возможностям пользователя.

Комплекс свойств термопластбетонов, их стойкость во многих средах и условиях эксплуатации, разнообразные области использования изделий из данного класса материалов обеспечивает обширные возможности их применения.

Технологическая схема производства термопластбетона представлена на рисунке 1.

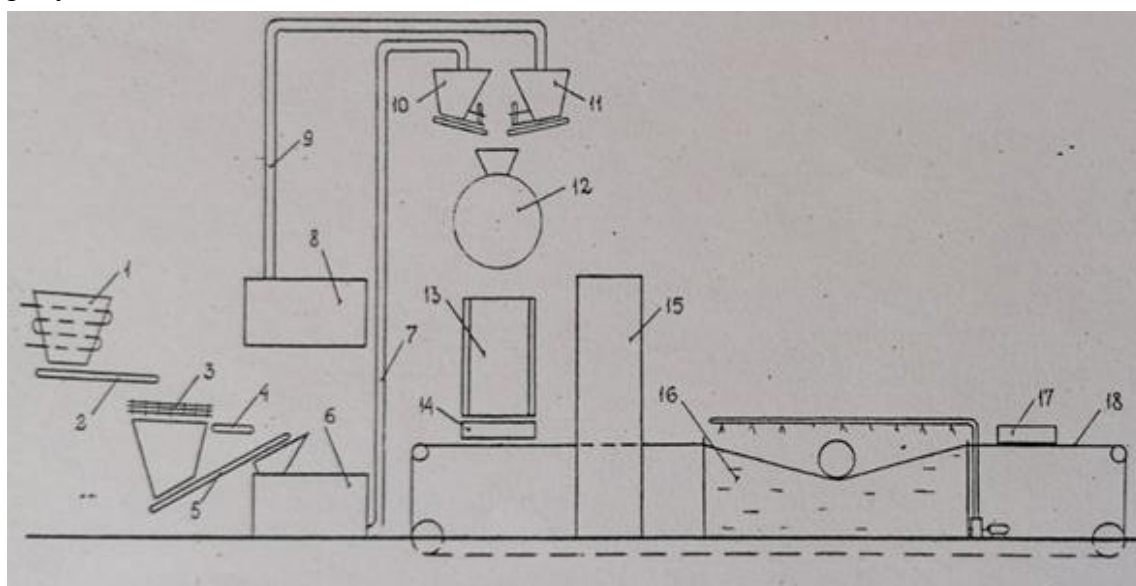


Рис.1. Технологическая схема производства термопластбетона:

1-Бункер приема наполнителей; 2-ленточный питатель; 3-виброгрохот; 4-транспортер отсева наполнителя; 5-ленточный питатель; 6-устройства для нагрева наполнителя; 7-питатель; 8-бункер связующего; 9-питатель; 10-дозатор наполнителя; 11- дозатор связующего; 12-обогреваемый смеситель; 13-дозатор горячей смеси; 14-пресс-форма; 15-пресс; 16-установка для охлаждения изделий; 17-контроль качество изделий; 18-конвейер;

Представленная на рисунке 1 система машин работает следующим образом: в бункер приема наполнителя (1) поступает измельченная древесина (опилки, щепа). Из бункера древесный наполнитель, по ленточному питателю/транспортёру (2), поступает на ситовой сепаратор (3) (виброгрохот), на котором отсеивается недопустимая фракция (как крупная, так и/или мелкая) (отсев), который удаляется из технологического процесса транспортёром отсева (4). Кондиционная фракция древесного наполнителя по ленточному питателю (5) поступает в устройство нагрева наполнителя (6), затем нагретый до определённой температуры наполнитель (древесина/ «дробленка» высушивается заранее, в данном устройстве наполнитель, в зависимости от своих физических свойств,

нагревается до температуры необходимой для смешивания со связующим/полимером) шнековым питателем (7) подается в дозатор наполнителя (10). Одновременно с этим, из бункера связующего (8), через шнековый питатель (9) измельченный пластик/полимер поступает в дозатор связующего (11). Из дозаторов 10 и 11 древесный наполнитель и связующее поступают в обогреваемый смеситель (12), из которого полученная смесь пластика/полимера и древесного наполнителя поступает в дозатор горячей смеси (13), а оттуда в пресс-форму (14). Заполненная пресс-форма подается в штемпельный пресс 15, а после него в установку охлаждения изделий, которая представляет собой ванну, наполненную водой, с проходящим через нее ленточным транспортером для перемещения пресс-форм. После прохождения охлаждающей установки пресс-форма подается на распалубку на стол (17), полученное изделие проходит контроль качества и по конвейеру (18) перемещается на склад готовой продукции.

Получение термопластов и формирование из них изделий осуществляют в один цикл.

Комплект оборудования: узел подготовки исходных материалов, смеситель, формирующее устройство и вспомогательное оборудование. Формование изделий может осуществляться с использованием статического прессования, проката и укатки, комбинированных способов, включающих экструзию и вибрирование. Гибкая технология получения и переработки термопластбетонов позволяет производство изделий приспособить к возможностям пользователя.

В данном случае рассматривается один из технологических вариантов. В устройстве для нагрева наполнителя (6) наполнитель нагревается до необходимой температуры и смешивается со связующим в обогреваемом смесителе (12), при помощи обогреваемого дозатора (13) заполняется пресс-форма (14) и поступает на обогреваемый пресс (15) где и формируется изделие. Как такового специализированного типового оборудования еще не разработано, используется или применимое из имеющегося, или, как в нашем случае, изготавливается экспериментальное. Примеры используемого оборудования приведены на фотографиях (рис. 2-7).

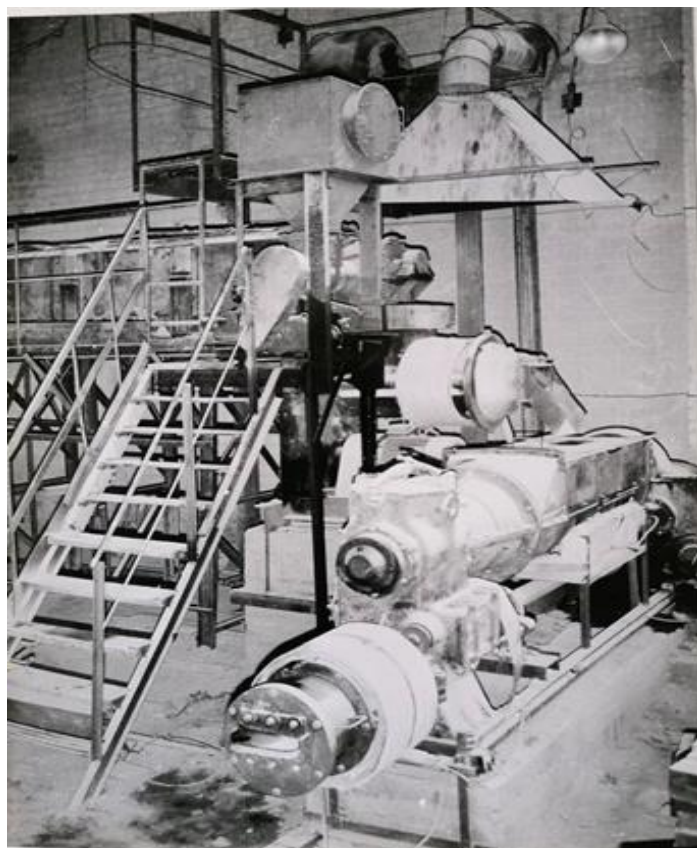


Рис. 2. Фотография производственного модуля



Рис. 3. Фотография смесителя с обогревом

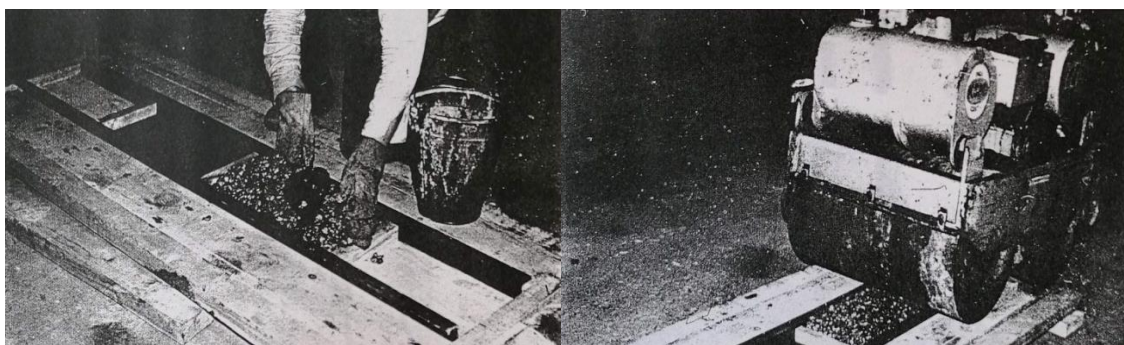


Рис. 4. Формовка габаритных изделий



Рис. 5. Фрагмент термопластбетона, получаемого на основе древесной стружки



Рис. 6. Фрагмент термопластбетона, получаемого на основе древесной шлифовальной пыли

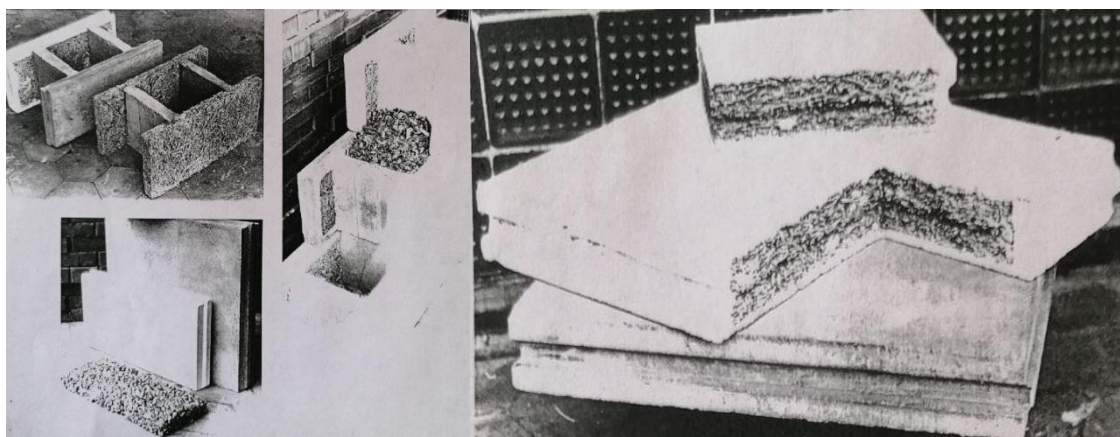


Рис.7. Сформованные изделия из термопластбетона

Заключение. Рассмотренные технологическая цепочка и система машин для производства термопластбетона являются безусловно перспективными для широкого внедрения в производство. Преимуществом рассмотренной технологии является возможность производства композиционного строительного материала с заданными свойствами, возможность производства широкого ассортимента изделий, возможность эффективной переработки пластиковых и древесных отходов.

Литература

1. Григорьев В.И., Нуген В.Л., Низамов Р.М., Григорьев И.В. Политика Социалистической Республики Вьетнам по развитию сельских районов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 1 (61). С. 112-118.
2. Тамби А.А., Григорьев И.В., Давтян А.Б., Помигуев А.В., Калита О.Н., Григорьев В.И. Технологическая интеграция лесопромышленных предприятий // Деревообрабатывающая промышленность. 2021. № 1. С. 26-37.
3. Grigorev I., Shadrin A., Katkov S., Borisov V., Gnatovskaya I., Diev R., Kaznacheeva N., Levushkin D., Druzyanova V., Akinin D. Russian sawmill modernization (a case study). Part 2: improving the efficiency of wood chipping operations // International Wood Products Journal. 2021.
4. Grigorev I., Shadrin A., Kostyukevich N., Levushkin D., Borisov V., Diev R., Voronova A. Improving the efficiency of wood chipping operations // INMATEH - Agricultural Engineering. 2020. Т. 61. № 2. С. 217-224.
5. Швецова В.В., Гусева Т.А. Современные композиционные материалы на основе древесины // Повышение эффективности лесного комплекса.

- Материалы Пятой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. 2019. С. 124-125.
6. Григорьев И.В., Пудова Т.М., Лебедев В.И. Экономика использования бензиномоторных пил на рубках ухода за лесом // Потенциал науки и образования: современные исследования в области агрономии, землеустройства, лесного хозяйства. 2019. С. 37-41.
 7. Григорьева О., Григорьев И. Рубки ухода за лесом в России. Проблемы и перспективы // Леспроминформ. 2019. № 8 (146). С. 70-72
 8. Григорьев И.В., Григорьева О.И. Комментарии к правилам ухода за лесами 2018 года // Леспроминформ. 2018. № 1(131). С. 56-61.
 9. Григорьев И.В. Технологические процессы лесосечных работ с углубленной обработкой древесины // Февральские чтения. Сборник материалов научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава Сыктывкарского лесного института по итогам научно-исследовательской работы в 2015 году. 2016. С. 121-126.
 10. Григорьев И.В., Григорьева О.И., Никифорова А.И., Глуховский В.М. Перспективные направления развития технологических процессов лесосечных работ // Труды БГТУ. №2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2016. № 2 (184). С. 109-116.
 11. Марков О.Б., Воронов Р.В., Давтян А.Б., Григорьев И.В., Калита Г.А. Математическая модель выбора системы машин для создания и эксплуатации лесных плантаций // Деревообрабатывающая промышленность. 2021. № 1. С. 16-26.

© Куницкая О.А., Заморщиков Д.Н., 2021