

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРАМИ РАБОЧИХ ЗОН ЭКСТРУДЕРА

А. В. Перевалов

Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,
г. Улан-Удэ, Россия

Полимерпесчаная черепица (ППЧ) – кровельный материал нового поколения. Она изготавливается из песка и полимеров. Такая черепица долговечна (не менее 50 лет), устойчива к воздействию воды, кислот, агрессивной среды [1]. Полимерная основа защищает от гниения, плесени и выцветания. К тому же она не ржавеет, не притягивает электричество, не требует громоотвода. При создании сложных кровель черепица оставляет минимальный отход, так как режется она болгаркой либо ножовкой, не крошится и не ломается.

Для получения ППЧ используют метод прессования. Полученная масса в экструдере перемещается в пресс-форму, дальше происходит формование материалов (время формования зависит от вида изготавливаемого материала), после формовки изделие выпрессовывается из пресс-формы (пресс-форма с принудительным охлаждением) и укладывается на стол для дальнейшего вылеживания. Недостатками такого метода является: необходимость в сплошной обрешетке, краситель используется по всему объему черепицы, низкая производительность.

При экструзивно-прокатном методе получения композиционных материалов, в бункер экструдера засыпается смесь компонентов (полимер, краситель) [2]. Расплавленная масса с экструдера подается на прокатный каландр, состоящий из ряда нагреваемых валов, за счет которых происходит раскатка смеси в листы нужной толщины (рисунок 1).

В экструзивно-прокатном методе получения листов существует ряд недостатков. Во-первых, изделие получается плоским, без соответствующих замков, необходимых для стыковки сегментов друг с другом, что не позволяет применять их в качестве кровельного материала. Во-вторых, как и в случае с прессом, на изготовление листа расходуется большое количество гранулированного сырья и дорогостоящего красителя, что ведет к удорожанию изделия. Оборудование из-за сложности технологического процесса имеет высокую стоимость. В-третьих, при раскатке композиционных материалов (КМ) в листы,

образуются складки в КМ, а значит, нарушается однородность материала, что ведет к снижению его физических свойств. В-четвертых, на нагрев валков расходуется дополнительная электроэнергия.

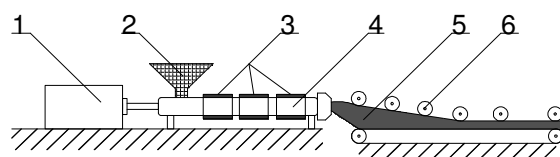


Рисунок 1 – Экструзивно-прокатный метод.
1 – двигатель, 2 – бункер, 3 – нагревательные элементы, 4 – экструдер, 5 – расплавленная масса, 6 – валки

Для получения нового полимерпесчаного композиционного материала (рисунок 2) для строительных изделий, создана автоматизированная установка экструзионного литья (рисунок 3), а далее и устройство, с помощью которого стало возможным получение тонкого, регулируемого по толщине, слоя КМ по всей ширине листа [3].

Определяющими процессами в производстве полимерных композиционных материалов являются нагрев полимерного материала (ПМ) до температур его вязкотекучего состояния и последующее охлаждение расплава. Правильно заданные значения температур и их поддержание на всех этапах и зонах являются основными предпосылками для достижения требуемого качества. Например, недостаточный разогрев ПМ в экструдере может привести к ухудшению качества расплава, в частности, к его неоднородности, а перегрев – к снижению производительности и другим негативным явлениям. В процессе проведения экспериментов по получению слоистого КМ, возникает ряд проблем. При различной концентрации ПМ, соответственно необходимо изменять температуру нагрева ПМ. Задача несколько упрощается, если известны материалы, а следовательно и их температуры плавления.

Если же температура плавления конкретного материала неизвестна, ее подбирают экспериментальным путем. Гораздо сложнее подобрать температуру плавления, если в состав смеси входят компоненты, с неизвестной концентрацией их в заданном объеме. Например, полиэтилентерефталат (ПЭТ) – устойчивый к повышенным температурам термопластик, твердое, непрозрачное вещество в кристаллическом состоянии. Структура ПЭТ придает материалу поистине уникальные свойства: высокую ударопрочность (90 кДж/м²) в широком диапазоне темпера-

тур; низкий коэффициент влагопоглощения; легкое окрашивание в массу; хорошую перерабатываемость методами экструзии, литья под давлением, термоформованием. Полиэтилен высокого давления (ПВД) – мягкий эластичный материал, обладает следующими положительными характеристиками: влагостойкость; морозостойкость; экологичность (безвреден для организма человека); устойчивость к механическим воздействиям щелочей любой концентрации, солей, кислот; полиэтилен данного вида не теряет своих свойств после вторичной переработки.

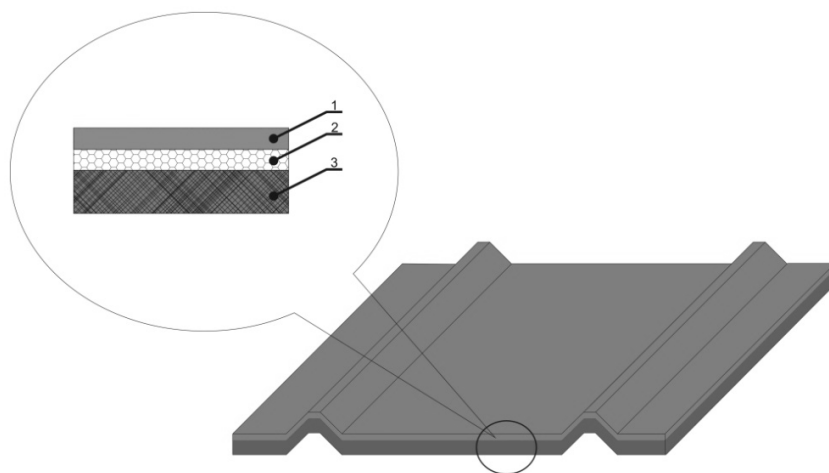
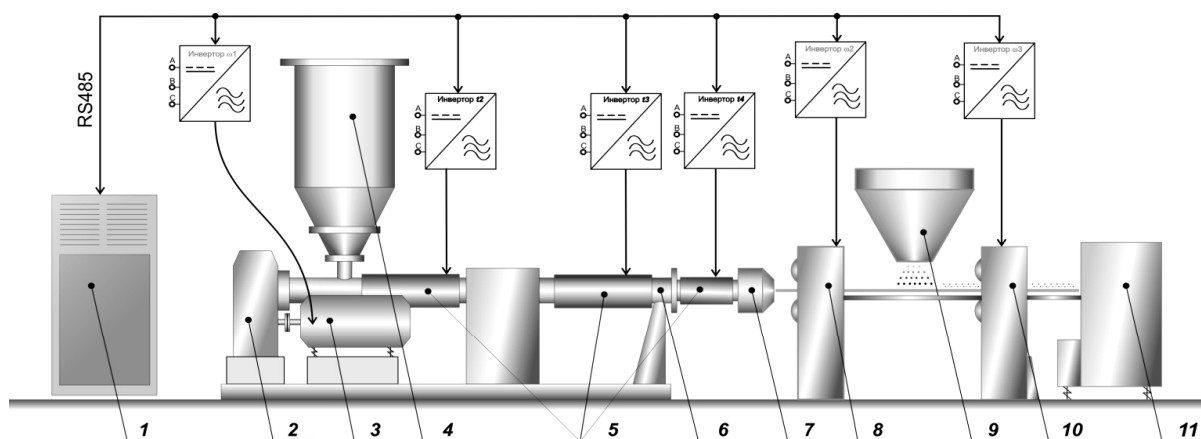


Рисунок 2 – Строение полимер-песчанного КМ. 1 – Верхний слой (краситель, полимер). 2 – Картон. 3 – Подложка, несущий слой (полимер, песок и др.)



1. Пульт управления установкой непрерывного литья.
2. Понижающий редуктор.
3. Двигатель экструдера.
4. Бункер
5. Тепло-нагревательный элемент.
6. Экструдер.

7. Головка плоскощелевая.
8. Каландр тянущий.
9. Бункер защитного материала от ультрафиолетового излучения.
10. Каландр гладильный.
11. Устройство поперечной резки.

Рисунок 3 – Установка экструзионного литья

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРАМИ РАБОЧИХ ЗОН ЭКСТРУДЕРА

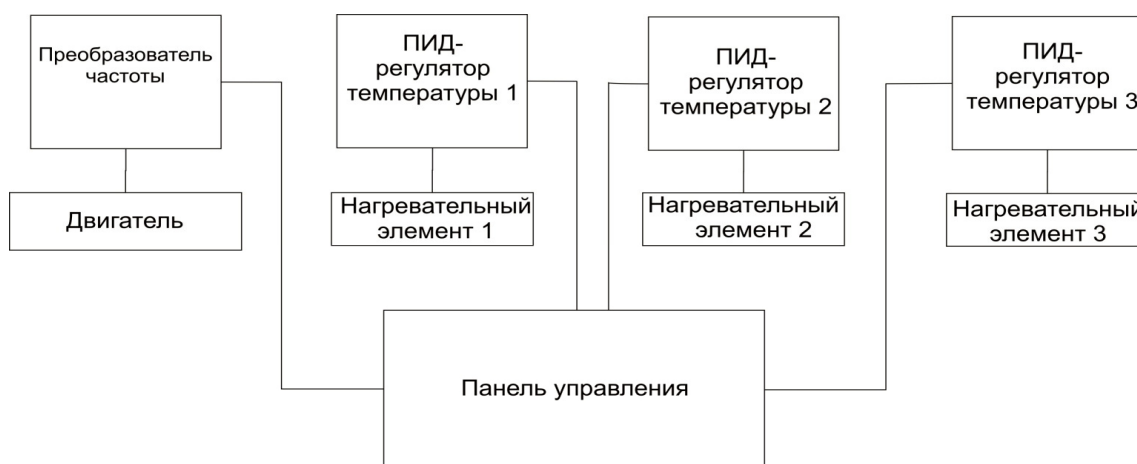


Рисунок 4 – Структурная схема системы управления экструзионной линией

Из выше сказанного можно заметить, что при использовании этих материалов, в производстве ППЧ, отдельно друг от друга, готовая продукция не обладает такими свойствами как ударопрочность, морозостойкость, влагостойкость, устойчивость к механическим воздействиям щелочей любой концентрации, солей, кислот и др. Поэтому для изготовления ППЧ используется композиция этих материалов, в определенной концентрации.

В процессе производства ППЧ, возникает необходимость сматывать КМ в рулоны, если бы КМ состоял только из ПЭТ и красителя, в процессе намотки на бобину, материал разрушается, из-за хрупкости. Однако, при смешивании ПЭТ, ПВД, красителя, песка в определенных пропорциях, разрушение материала, при намотки на бобину не происходит.

Для решения этих проблем, поставлены ряд задач. Одной из главных задач является определение температуры расплава смеси этих компонентов. Для решения этой задачи, был разработан метод автоматического определения температуры расплава КМ, с использованием преобразователя частоты (ПЧ) и пропорционально – интегрально - дифференциальными (ПИД) регуляторами температуры. ПЧ служит для управления скоростью вращения двигателя экструдера. ПИД-регулятор температуры используется для управления нагревательными элементами. Преобразователь и регуляторы соединены между собой через промежуточное звено – панель управления (ПУ). ПУ состоит из микроконтроллера, клавиатуры, жидкокристаллического дисплея (LCD), индикатора и драйверов управления ПЧ. На рисунке 4 показана структурная схема.

В микроконтроллере хранится информация, необходимая для управления ПЧ. Перед запуском установки необходимо выполнить калибровку. Алгоритм задания и поддержания рабочей температуры: в экструдер загружен какой-либо материал, нагрузка на двигатель зависит от текущей температуры материала (к примеру, 100 °С), этой температуры не достаточно для нагрева его до вязкотекучего состояния, соответственно с увеличением нагрузки, увеличивается ток двигателя. Текущее значение тока передается в ПУ, обрабатывается и на ПИД-регуляторы управления нагревательными элементами посылается некоторое значение для увеличения температуры. С нагревом, температура КМ повышается, материал становится более вязким, ток двигателя уменьшается.

Таким образом, система переходит в установившийся режим и в дальнейшем поддерживается необходимая рабочая температура плавления смеси компонентов. Задача калибровки сводится к экспериментальному выбору рабочей температуры плавления материалов, и записи значения тока двигателя при этой температуре в память микроконтроллера.

Список литературы:

1. <http://www.polymer.ru>
2. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления. М.: Профессия.- 4-е издание. – 2003. – 832 с.
3. Бохоева Л. А., Курохтин В. Ю., Чермошнцева А. С., Перевалов А. В. Моделирование и технология изготовления конструкций авиационной техники из композиционных материалов. - Вестник ВСГУТУ. – 2013. – Вып. 2. – С. 12-18.