

# ИССЛЕДОВАНИЕ СУШКИ МИНЕРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ ИНФРАКРАСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Сенькив Я.Б., Лебедев И.А., Кондратюк Е.В.

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
(г. Барнаул)

Для сушки материалов в промышленности используются различные виды сушки, такие как конвективная, контактная, сушка топочными газами, радиационная (инфракрасная), диэлектрическая, сублимационная. В последнее время получила широкое распространение инфракрасная сушка за счет высокой эффективности, малого энергопотребления, компактности и относительной дешевизны оборудования.

При инфракрасном способе сушки изделие нагревается до заданной температуры за короткое время. Это происходит за счет того, что инфракрасное оборудование практически безинерционно, не использует промежуточный теплоноситель, энергия от излучателей практически без потерь передается непосредственно изделию [1]. Отсюда следует два положительных момента:

- происходит существенная экономия энергии за счет меньшего нагрева воздуха; при температуре изделия 90 °С температура воздуха в сушильной камере может быть всего 40 °С;

- не требуется прогрев камеры перед сушкой, благодаря чему дополнительно экономится энергия и сокращается продолжительность процесса, повышается производительность.

На кафедре химической техники и инженерной экологии с 2002 г. ведется работа по созданию высокоэффективных сорбентов на основе природных минеральных материалов, а именно базальтовых волокон и бентонитовых глин [2, 3]. Технологическая схема получения фильтровально-сорбционного материала для очистки воды представлена на рисунке 1.

В аппарат 5 загружается базальтовое волокно определенной навески. При перемешивании волокно освобождается от шлама, образовавшегося при изготовлении, который попадает в емкость 2.

Одновременно с приготовлением базальтового волокна готовится еще один компонент – бентонитовая глина. В аппарат 9 засыпается глина определенной массы. Перемешивание осуществляется с помощью мешалки.

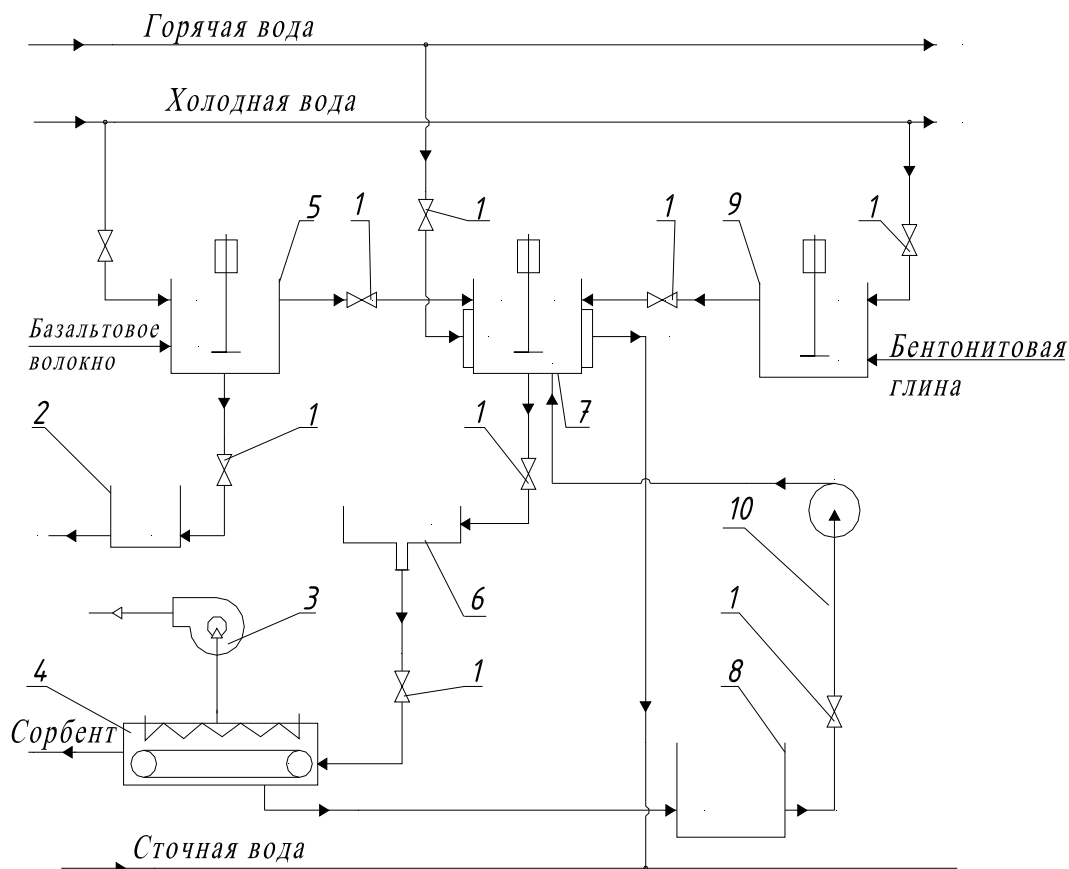
Базальтовая и глиняная суспензии направляются в реактор 7, где дополнительно перемешиваются при помощи мешалки и подогреваются за счет рубашки, в которую подается горячая вода. Отработанная горячая вода сливается в канализацию.

Приготовленная смесь из реактора 7 поступает в распределительное устройство 6, с помощью которого материал равномерным слоем от 8 до 10 мм, поступает на конвейерную ленту 4 для дальнейшей просушки. Лишняя жидкость, проходя сквозь сетку, попадает в емкость 8, где откачивается центробежным насосом 10 в реактор. Испарившаяся влага, при помощи вентилятора 3 удаляется в атмосферу.

На основе технологической схемы нами была создана опытно-конструкторская установка, общий вид которой представлен на рисунке 2. Она состоит из нескольких основных узлов: а) аппаратный узел, где осуществляется загрузка исходных компонентов и приготовление суспензии; б) распределительный узел, где осуществляется равномерное распределение материала, для дальнейшей выгрузки; в) сушильный узел где происходит сушка и.к. излучателями и выгрузка материала конвейером.

Технология получения конечного продукта (сорбента) предусматривает стадию сушки. При этом важным фактором является температурный режим. Так как сорбционные свойства полученных материалов существенно зависят от температурного воздействия. Предварительные исследования [3] показали, что в зависимости от модификации сорбента допускается нагрев до 200 °С.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СУШКИ МИНЕРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ ИНФРАКРАСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ



1 – вентиль; 2 – емкость для сбора шлама; 3 – вентилятор; 4 – конвейер; 5 – размельчитель; 6 – устройство распределительное; 7 реактор; 8 – емкость; 9 – активатор; 10 – насос

Рисунок 1 – Технологическая схема получения минеральных сорбентов

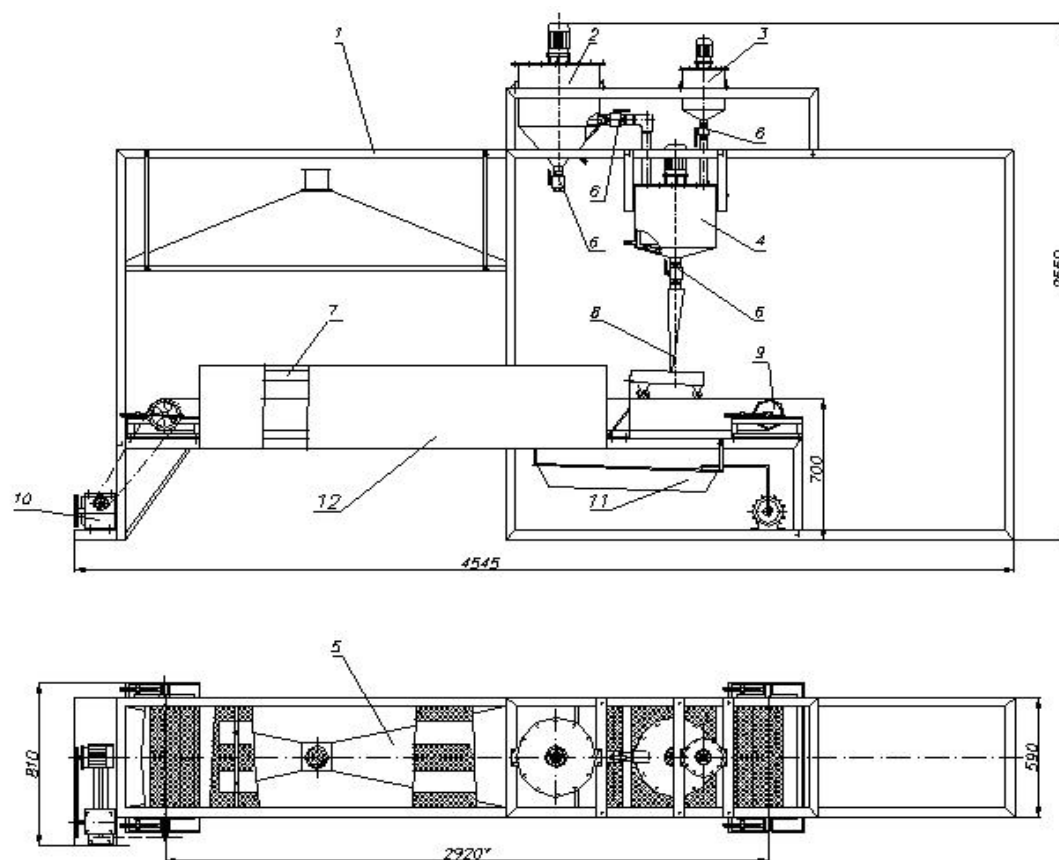
В связи с вышесказанным целью данной работы является определение режимов сушки сорбента из базальтового волокна и бентонитовой глины при различной температуре с использованием инфракрасного излучения.

Для достижения поставленной цели был проведен ряд опытов по высушиванию сорбента, в частности найдена зависимость потери массы влажного сорбента при фиксированной температуре излучателя.

По полученным данным, были построены графики зависимости изменения массы материала от времени сушки при заданной температуре (рисунок 3). Как видно из рисунка 3 минимальное время сушки сорбента  $\tau = 40$  минут, как и следовало ожидать, было по-

лучено при максимальной температуре излучателя  $180^\circ\text{C}$ .

На рисунке 4 представлена зависимость изменения количества влаги в материале в процессе сушки в единицу времени. На всех кривых наблюдаются четыре характерные стадии процесса сушки. Первая соответствует плавному увеличению интенсивности испарения влаги, что можно объяснить прогревом материала. На второй стадии наблюдается постоянная скорость сушки, ей соответствуют практически горизонтальные участки на зависимостях. Третья стадия соответствует падающей скорости сушки. Завершающая стадия сушки характеризуется горизонтальными участками, где изменение массы во времени равно нулю.



1 – рама, 2 – реактор, 3 – активатор, 4 – реактор, 5 – вытяжка, 6 – краны, 7 – и.к. излучатели, 8 – распределительное устройство, 9 – конвейер, 10 – привод, 11 – система рециркуляции, 12 – сушильная камера

Рисунок 2 – Установка для получения минеральных сорбентов

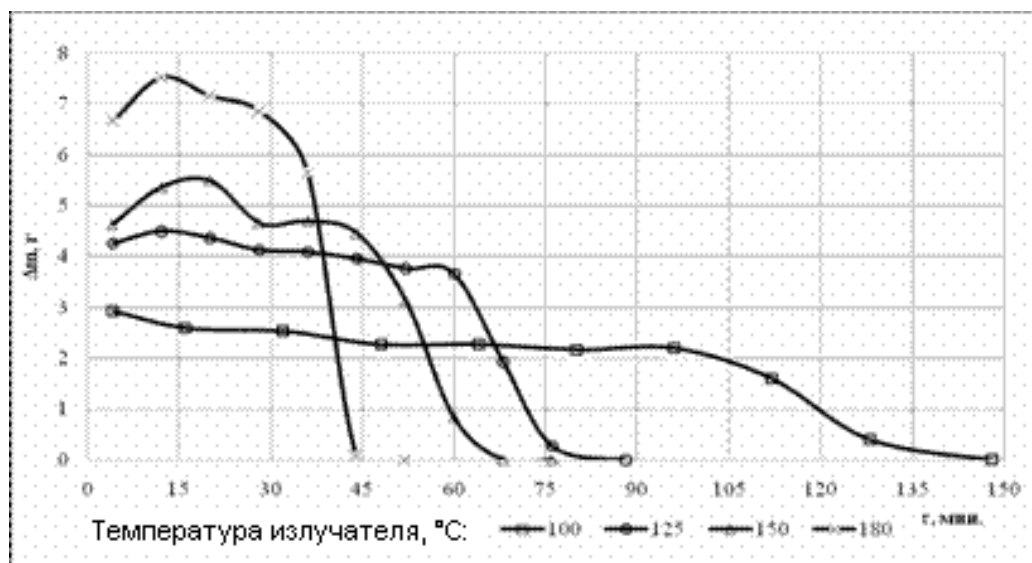


Рисунок 3 – Зависимости изменения массы материала от времени сушки при заданной температуре

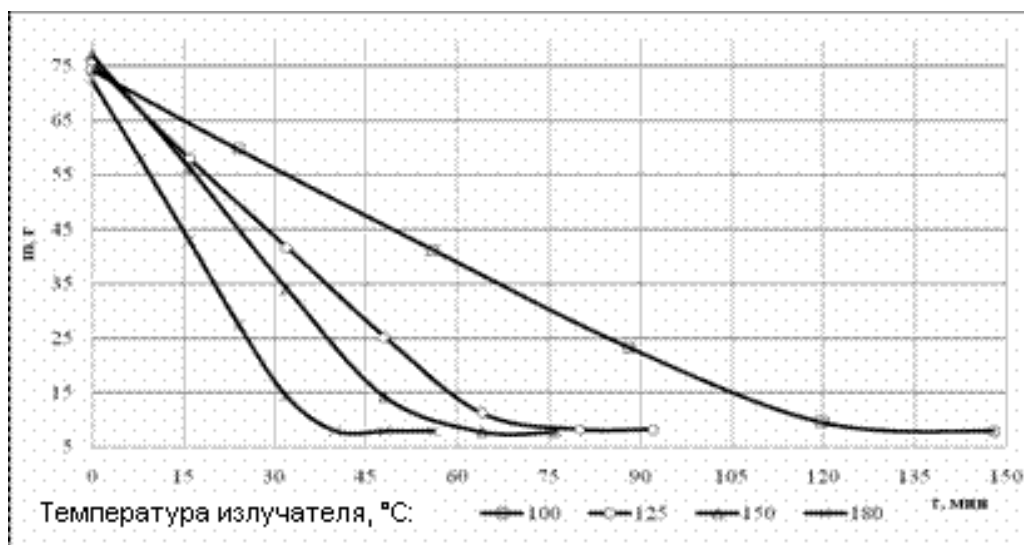


Рисунок 4 – Зависимости изменения количества влаги в материале в процессе сушки в единицу времени

Основываясь на полученных результатах можно произвести подбор оптимального режима сушки сорбента в зависимости от заданных температурных ограничений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инфракрасная сушка и нагрев. Физические основы [Электронный ресурс]: статья. – Электрон. дан. – М. : АТМИКА, 2009. – Режим доступа: <http://www.atmika.ru/oborud.html> Заглавие с экрана.

2. Лебедев, И. В. Разработка технологии фильтровально сорбционной очистки воды от нефтепродуктов, взвешенных частей и ионов железа с применением минеральных базальтовых волокон: автореф. дис... канд. техн. наук / И. А. Лебедев. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2007. – 20 с.

3. Кондратюк, Е. В. Совершенствование методов водоподготовки и очистки загрязненных вод на предприятиях машиностроения и теплоэнергетики с использованием модифицированных природных материалов: автореф. дис... канд. техн. наук / Е. В. Кондратюк. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2007. – 20 с.