База данных материалов

Содержание

[Интерфейс взаимодействия с базой данных 3](#_Toc6403521)

[1. База данных связующих 3](#_Toc6403522)

[1.1. Вязкость 4](#_Toc6403523)

[1.2. Энергия активации вязкого связующего 6](#_Toc6403524)

[1.3. Время жизни связующего 7](#_Toc6403525)

[1.4. Энергия активации процесса отверждения 8](#_Toc6403526)

[2. База данных тканей 10](#_Toc6403527)

[2.1. Проницаемость 11](#_Toc6403528)

[2.2. Пористость 12](#_Toc6403529)

[Литература 13](#_Toc6403530)

# Интерфейс взаимодействия с базой данных

Реализован интерфейс взаимодействия с базой данных материалов. Используется база данных PostgreSQL.

Поддерживаются возможности добавления новых материалов, редактирования существующих, удаления существующих. Также имеются возможности сохранения базы в файл (экспорт) и создания базы из файла (импорт).

База данных содержит две таблицы: связующие и ткани.

# 1. База данных связующих

Интерфейс взаимодействия с базой данных связующих представлен на рис. 1.

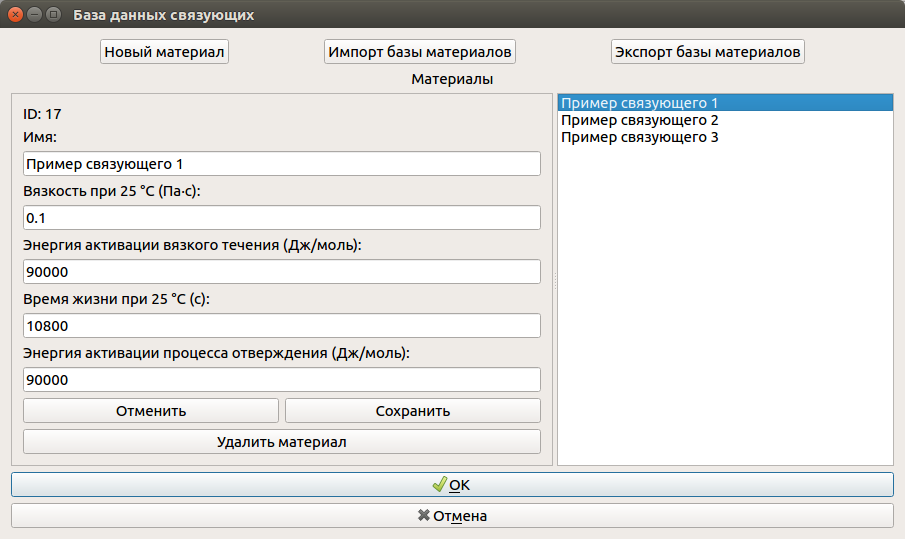


Рис. 1.1. Интерфейс взаимодействия с базой данных связующих

На данный момент каждое связующее характеризуется следующими параметрами:

* ID - уникальный номер связующего, назначается автоматически, его невозможно изменить.
* Имя - строка. Уникально для каждого типа связующего. Может состоять из любых символов. Может быть отредактировано.
* Вязкость при 25 °C – число с плавающей точкой. Динамическая вязкость жидкости, измеренная при температуре 25 °C (298,15 К). Измеряется в Паскалях на секунду (Па · с).
* Энергия активации вязкого течения – число с плавающей точкой. Используется для определения вязкости жидкости при заданной температуре. Измеряется в Джоулях в моль (Дж/моль).
* Время жизни связующего при 25 °C – число с плавающей точкой. Характеризует максимально возможный срок применения смешаного связующего, после которого оно станет желеобразным, и, в силу резкого роста вязкости, дальнейшая пропитка станет невозможной. Измеряется в секундах (с).
* Энергия активации процесса отверждения – число с плавающей точкой. Используется для определения времени жизни связующего при заданной температуре. Измеряется в Джоулях в моль (Дж/моль).

## 1.1. Вязкость

Динамическая вязкость – характеристика вещества, численно равная силе трения, возникающей между двумя слоями жидкости площадью по 1 м2 каждый при градиенте скорости, равном 1 м/с на метр. Размерность динамической вязкости [µ] = [Па·с].

Коэффициент динамической вязкости зависит от природы жидкости и для жидкости с повышением температуры уменьшается.

Для измерения вязкости (вискозиметрии) применяют ряд экспериментальных методов. Измерить динамическую вязкость при определённой температуре можно при помощи **метода Стокса** [1].

Для определения вязкости жидкости по методу Стокса берётся высокий цилиндрический сосуд с исследуемой жидкостью (рис. 1.2). На сосуде имеются две кольцевые метки **А** и **В**, расположенные на расстоянии *l* друг от друга. Уровень жидкости должен быть выше верхней метки на *l*0 = 4…5 см, чтобы к моменту прохождения шарика мимо верхней метки его скорость можно было считать установившейся.

Бросая шарик с радиусом *r* и плотностью ρ в сосуд, наполненный исследуемой жидкостью с известной плотностью ρ0, отмечают по секундомеру время *t* прохождения шариком расстояния *l* = **АВ** между двумя метками.

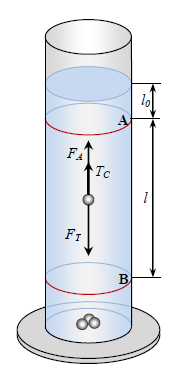


Рис. 1.2. Лабораторная установка для измерения вязкости

При падении шарика радиусом *r* в цилиндрической трубе радиусом *R*0, высотой *h* с учётом влияния границ формула Стокса преобразуется к виду:

, (1.1)

,

где:

*g* = 9,8 м/с2 – ускорение свободного падения;

*r* – радиус шарика, м;

*R*0 – радиус сосуда, м;

*h* – высота сосуда, м;

ρ – плотность шарика, кг/м3;

ρ0 – плотность шарика, кг/м3;

*l* – расстояние между метками сосуда, м;

*t* – время прохождения шариком расстояния между метками, с.

Таким образом, зная плотности материала шарика и жидкости, радиусы шарика и сосуда, скорость установившегося движения шарика, по формуле (1.1) можно вычислить динамическую вязкость жидкости.

**Выполнять измерение динамической вязкости следует при температуре, соответствующей стандартному состоянию, – 25 °C (298,15 К).**

## 1.2. Энергия активации вязкого связующего

Вязкость связующего имеет зависимость от температуры. Связь вязкости и температуры может быть выражена при помощи формулы Френкеля-Андраде [2], которое основывается на соображениях о движениях молекул:

, (1.2)

где:

μ – динамическая вязкость, Па · с;

*T* – температура, К;

*E*ав – энергия активации вязкого течения, Дж / моль;

*A* – константа, определяемая природой жидкости, Па · с;

*R* = 8,314 Дж/(К · моль) – универсальная газовая постоянная.

Из приведенной формулы (1.2) можно определить **энергию активации вязкого течения по экспериментальным данным**. Разница между температурами должна составлять не менее 20 К, тогда энергия активации определяется более точно.

По предложенной в пункте 1.1 методике определяют вязкость полимерного связующего при значениях температуры, различающихся более чем на 20 К, за результат измерений принимают среднее значение не менее 3 экспериментов при каждой температуре.

По результатам эксперимента можно рассчитать энергию активации вязкого течения, используя следующую формулу:

,

*,*

где **R** – универсальная газовая постоянная **(R = 8,314 Дж/(моль · К)**; **µ1, µ 2** – экспериментальные значения динамической вязкости, Па·с; **Т1, Т2** – значения температуры, при которых определена вязкость, К.

## 1.3. Время жизни связующего

При тепловом воздействии на **термореактивные полимеры** их **вязкость** с некоторого момента времени начинает интенсивно возрастать, что свидетельствует о начале процесса гелеобразования.

Использовать связующее для изготовления изделий или для пропитки необходимо в промежутке времени от момента приготовления связующего до момента, когда оно переходит в гелеобразное состояние. Такой промежуток времени называется временем жизни (жизнеспособность связующих).

Для экспериментального определения времени гелеобразования используют прибор, схема которого приведена на рис. 1.3.

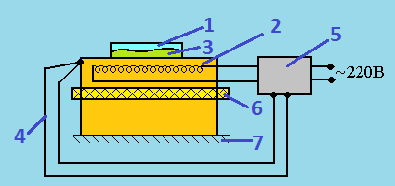
[](https://mplast.by/wp-content/uploads/2015/04/Shema-prisposobleniya-dlya-opredeleniya-vremeni-geleobrazovaniya.png)

Рис. 1.3. Схема приспособления для определения времени гелеобразования термореактивных связующих

На рис. 1.3 используются следующие обозначения:**1**– кювета; **2** – обогреваемая плита; **3**– исследуемая жидкость; **4** – термопара; **5**– регулятор температур; **6** – асбестовая прокладка; **7** – стол.

За время гелеобразования принимают промежуток времени (в секундах) от момента заливки связующего в емкость до момента, когда вытягиваемое из емкости связующее обрывается (вытягивание не выше 20 мм над поверхностью связующего).

**Выполнять измерение времени жизни связующего следует при температуре, соответствующей стандартному состоянию, – 25 °C (298,15 К).**

## 1.4. Энергия активации процесса отверждения

**Зависимость времени гелеобразования от температуры** идентична зависимости вязкости от температуры и описывается уравнением:

, (1.3)

где:

*t* – время жизни связующего (время гелеобразования), с;

*T* – температура, К;

*E*ао – энергия активации процесса отверждения, Дж / моль;

*B* – константа, определяемая природой жидкости, с;

*R* = 8,314 Дж/(К · моль) – универсальная газовая постоянная.

Из приведенной формулы (1.3) можно определить **энергию активации отверждения по экспериментальным данным**. Разница между температурами должна составлять не менее 20 К, тогда энергия активации определяется более точно.

По предложенной в пункте 1.3 методике определяют время жизни связующего при значениях температуры, различающихся более чем на 20 К, за результат измерений принимают среднее значение не менее 3 экспериментов при каждой температуре.

По результатам эксперимента можно рассчитать энергию активации отверждения, используя следующую формулу:

,

*,*

где **R** – универсальная газовая постоянная **(R = 8,314 Дж/(моль · К)**; ***t*1, *t*2** – экспериментальные значения времени жизни, с; **Т1, Т2** – значения температуры, при которых определена вязкость, К.

# 2. База данных тканей

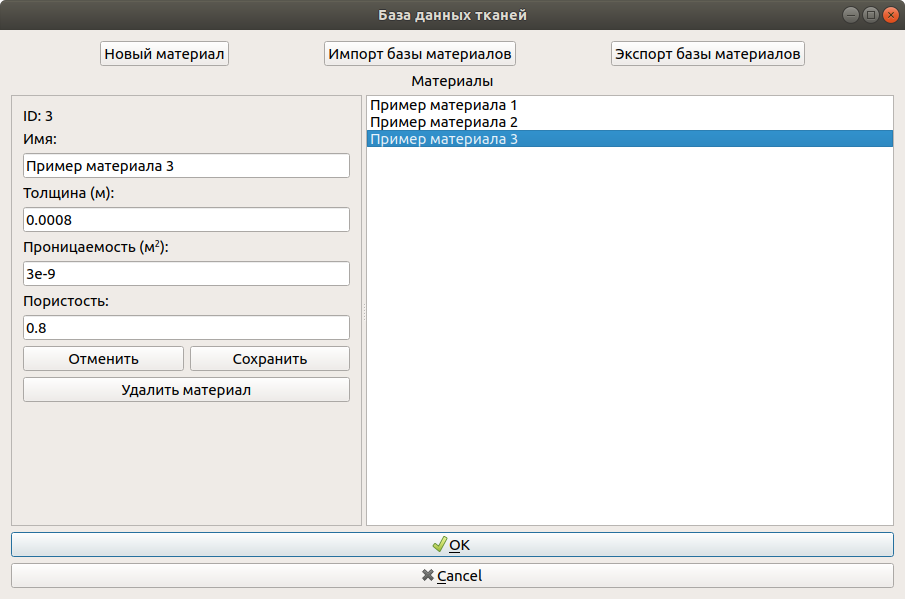


Рис. 2.1. Интерфейс взаимодействия с базой данных тканей

На данный момент каждая ткань характеризуется следующими параметрами:

* ID - уникальный номер ткани, назначается автоматически, его невозможно изменить
* Имя - строка. Уникально для каждой ткани. Может состоять из любых символов. Может быть отредактировано.
* Толщина - число с плавающей точкой. Измеряется в метрах (м).
* Проницаемость - число с плавающей точкой. Измеряется в квадратных метрах (м2).
* Пористость - число с плавающей точкой, от 0 до 1. Безразмерная величина.

## 2.1. Проницаемость

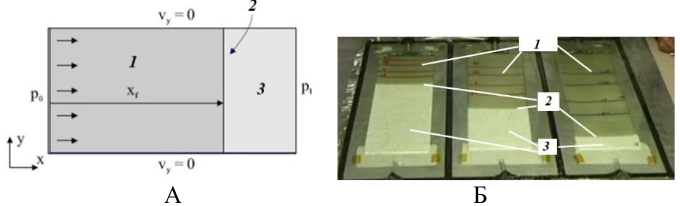
Проницаемостью называется параметр, характеризующий свойство вещества пропускать сквозь себя жидкости и газы при наличии перепада давления.

[*K*] = [м2]

Методика определения проницаемости приведена в [3].

В общем случае, когда среда является анизотропной, проницаемость характеризуется тензором [*K*]. В [3] приведён одномерный канальный метод, позволяющий определить плоскостные компоненты тензора проницаемости в главной системе координат. В случае изотропной среды достаточно определить только одну компоненту тензора.

Эксперимент проводится путём осуществления вакуумной инфузии прямоугольных образцов. Смола поступает с одного края образца через линейный источник, на противоположной стороне поддерживается постоянный уровень вакуума. Экспериментально найденная зависимость координаты фронта от времени подставляется в аналитическое выражение для проницаемости. На рис. 2.2 представлена схема эксперимента, на рис. 2.2Б – пример экспериментальной установки. На рис. 2.2 введены следующие обозначения: 1 - пропитанная зона, 2 – фронт пропитки, 3 – непропитанная зона.

Рис. 2.2. Схема одноканального метода (А) и экспериментальная установка (Б). 1 – Пропитанная зона. 2 – Фронт пропитки. 3 – Непропитанная зона

Проницаемость вдоль направления *x* определяется по следующей формуле:

,

[Kx] = [м2] = [ (Па · с · м2) / (Па · с) ],

где:

*t0* - момент времени начала измерения, с;

*tf* - момент времени окончания измерения, с;

∆*t* = *tf - t0* - время измерения процесса, с;

*xf*(*t*) - координата фронта пропитки (начало координат совпадает с положением источника), м;

µ - вязкость смолы, Па·с;

∆*p* - разность давлений на источнике впуска связующего и давления на фронте, Па:

∆*p = p*0 *- pf ,*

*p*0 - давление в источнике впуска связующего, Па;

*pf* - давление вакуумирования (давление на фронте течения), Па.

## 2.2. Пористость

**Пористость** - доля объёма пор в общем объёме пористого тела. Является безразмерной величиной от 0 до 1. 0 соответствует материалу без пор; пористость 1 недостижима. Методы исследования пористых структур описаны в [4].

Пористость равна отношению свободного объёма *Vc*, не заполненного элементарными структурными частицами, к общему объёму *V* тела:

, (2.1)

[П] = [] = [м3] / [м3]

где *VТ* — объём твёрдого скелета или матрицы; *T* — доля объёма тела, занятая

компактной или твёрдой частью.

Пористость материала, не содержащего закрытых пор (не сообщающихся с поверхностью тела), можно измерить следующим образом:

1) Измерить габариты образца и по результатам измерений вычислить его общий объём *V.*

2) Поместить образец в жидкостный волюмометр (сосуд, проградуированный в единицах объёма). Рабочая жидкость должна обладать хорошей смачивающей способностью и не взаимодействовать с телом. Объём скелета образца *VТ* определяется по объёму вытесненной им жидкости.

3) По полученным значениям вычислить величину пористости по (2.1):

.

# Литература

1. Никулин С.С., Чех А.С. Определение вязкости жидкости методом Стокса: методические указания. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011.

2. Френкель Я. И. Кинетическая теория жидкостей. Наука. – 1975.

3. Щеглов Б. А., Сафонов А. А. Теоретические основы и прикладные задачи технологии композитов. – 2015, с. 45-47.

4. Фандеев В. П., Самохина К. С. Методы исследования пористых структур //Интернет-журнал Науковедение. – 2015. – Т. 7. – №. 4 (29).