

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»**

**Кафедра энергоресурсосберегающих процессов**  
**в химической и нефтегазовой технологиях**

**Составитель**  
**Е. Ю. Старикова**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ** **НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

**Методические указания к лабораторной работе № 14**  
**по дисциплине «Конструкционные материалы**  
**в химической технологии»**

**Рекомендовано учебно-методической комиссией**  
**направления подготовки 18.03.01 Химическая технология**  
**в качестве электронного издания**  
**для использования в образовательном процессе**

**Кемерово 2019**

## Рецензент

Михайлов Г. С. – доцент кафедры энергоресурсосберегающих процессов в химической и нефтегазовой технологиях.

**Старикова Елена Юрьевна.**

**Исследование свойств неметаллических материалов:** методические указания к лабораторной работе № 14 «Конструкционные материалы в химической технологии» [Электронный ресурс] для обучающихся направления 18.03.01 Химическая технология всех форм обучения / сост.: Е. Ю. Старикова; КузГТУ. – Электрон. издан. – Кемерово, 2019.

Составлены с целью оказания методической помощи при выполнении лабораторной работы по дисциплине «Конструкционные материалы в химической технологии». Содержат теоретические положения, методику выполнения работы и контрольные вопросы. Приведен список литературы.

© КузГТУ, 2019

© Старикова Е. Ю.,  
составление, 2019

## **1. Цель работы**

Цель работы – изучение лабораторных методов определения свойств неметаллических материалов.

## **2. Теоретические положения**

Испытания неметаллических материалов на химическую стойкость проводят для решения как практических, так и теоретических задач. Эти испытания можно подразделить на три группы: лабораторные, внелабораторные и эксплуатационные. Наибольшее развитие получили методы лабораторных испытаний, проводимых как при создании новых материалов и оптимизации их свойств, так и при выборе тех или иных материалов при решении конкретных технических задач. Эти методы, как правило, стандартизованы или являются общепризнанными. Они могут давать либо качественные, либо количественные оценки. К явным качественным оценкам относятся, например, изменение внешнего вида образцов после контакта с агрессивной средой (изменение цвета, появление вздутий, раковин и прочих дефектов, расслоение материала и т. п.).

### **2.1. Определение кислотостойкости силикатных материалов**

Все методы определения кислотостойкости силикатных материалов сводятся к определению изменения массы навески мелкодробленого материала после обработки ее кислотой (чаще всего серной, азотной). Определение кислотостойкости ведется по ГОСТ 473.1-81.

### **2.2. Определение поглощения жидких сред силикатными материалами**

Явление поглощения жидких сред силикатными материалами (сорбция среды) связано с пористостью самих материалов. Чем выше пористость, тем больше жидкости способен поглощать материал. Естественно, чем более плотными являются силикаты, тем меньшей пористостью они обладают и тем меньшее количество среды поглощают. Испытания проводятся на образцах материала в виде цилиндров, кубов или отдельных кусков нечеткой кубовидной формы, отколотых

от изделий (длина ребер у таких образцов должна быть не менее 4 см). Тот факт, что испытания проводятся на монолитных образцах, выгодно отличает сорбционные испытания от испытаний на кислотостойкость. Определение водопоглощения ведется по ГОСТ 473.1-81.

### **2.3. Определение кажущейся пористости силикатных материалов**

Любые материалы, а силикатные особенно, могут иметь как сообщающиеся друг с другом (сквозные), так и не сообщающиеся друг с другом (замкнутые) поры. Совокупность всех этих пор носит название истинной (закрытой) пористости. Совокупность только сквозных пор получила название кажущейся пористости. Определение кажущейся пористости ведется по ГОСТ 473.4-81.

### **2.4. Испытания пластмасс на химическую стойкость**

Химическую стойкость пластмасс согласно ГОСТ 12020-2018 оценивают по изменению массы, линейных размеров и механических свойств образцов после выдержки их в агрессивной среде в условиях, близких к эксплуатационным. Рекомендуется выбирать один или два таких показателя, по изменению которых можно судить о конкретной эксплуатационной пригодности материала.

### **2.5. Испытания пластмасс на водопоглощение**

Водопоглощение определяют по ГОСТ 4650-2014. Для испытания пленочных, листовых и слоистых материалов образцы вырезают в форме диска диаметром  $(50 \pm 1)$  мм или квадрата со стороной  $(50 \pm 1)$  мм и толщиной, равной толщине пленочного, листового или слоистого материала. Для получения гладкого среза края вырезанных образцов подвергают обработке. Торцевую часть образцов, изготовленных из слоистого материала, защищают связующим, состав которого должен быть таким же, как у слоистого материала.

Для испытания труб и прутков применяют следующие образцы:

- для труб с наружным диаметром менее 50 мм в качестве образца используют кусок трубы длиной  $(50 \pm 1)$  мм;
- для труб с наружным диаметром, равным или большим 50 мм, вырезают образец шириной и длиной  $(50 \pm 1)$  мм;

- для прутков с диаметром, равным или большим 50 мм, образец должен быть механически обработан, чтобы он не превышал размера  $(50 \pm 1)$  мм в любом направлении.

Для испытания должно быть не менее пяти образцов. Поверхность образцов должна быть гладкой, без вздутий, сколов, трещин, раковин и других дефектов.

## **2.6. Испытания резин на химическую стойкость**

Испытание резин в ненапряженном состоянии к воздействию жидких неагрессивных сред осуществляется по ГОСТ 9.030-74. Образцы изготавливают в соответствии с ГОСТ 269-66 СТ СЭВ 983-89): для определения массы и объема (линейных размеров) – в виде пластин размерами  $20 \times 20 \times 2$  мм.

## **3. Методика и порядок проведения работы**

### *3.1. Методика определения кислотостойкости силикатных материалов*

Отбирают фракцию помола, проходящую через сито № 1 и задерживаемую ситом № 55. Высушенную навеску взвешивают на аналитических весах, помещают в колбу, заливают серной кислотой ( $\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$ ), кипятят в течение 1 ч. После остывания массу из колбы фильтруют, осадок промывают водой, высушивают и прокаливают в термощкафу, затем взвешивают на аналитических весах.

### *3.2. Методика определения поглощения жидких сред силикатными материалами*

Образцы выдерживают в сушильном шкафу при температуре  $105\text{--}110^\circ\text{C}$ , после чего их взвешивают на аналитических весах. Затем образцы погружают в воду и выдерживают в ней при комнатной температуре в течение 10 ч. После чего воду кипятят в течение 2 ч, а образцы оставляют в воде еще на 12 ч. По истечении 24 ч образцы извлекают из воды, насухо обтирают и взвешивают на аналитических весах.

По такой схеме можно проводить определение поглощения любых жидких сред силикатными материалами при любой температуре.

Уменьшение массы материалов после контакта с жидкостью может служить косвенным свидетельством протекания химических процессов, делающих материал непригодным к эксплуатации в данных условиях.

### *3.3. Методика определения кажущейся пористости силикатных материалов*

При определении кажущейся пористости одну партию образцов насыщают водой до постоянной массы в течение длительного времени. Другую партию образцов погружают в воду на определенный короткий промежуток времени, достаточный, чтобы вода заполнила открытые поры.

### *3.4. Методика испытания пластмасс на химическую стойкость*

Перед испытаниями образцы кондиционируют в течение 88 ч в темноте. После этого образцы помещают в сосуд со средой так, чтобы они не соприкасались друг с другом и со стенками сосуда. Объем раствора выбирают из расчета 8 мл на каждый квадратный сантиметр полной поверхности образца. Длительность испытаний составляет 7 сут. Промежуточные определения массы производят через 12, 24, 36, 48, 72, 96 и 120 ч. После окончания испытания образцы ополаскивают водой, вытирают досуха и проводят их взвешивание и измерение

### *3.5. Методика испытания пластмасс на водопоглощение*

Перед испытанием образцы сушат при 50 °С в сушильном шкафу в течение 24 ч, затем охлаждают и взвешивают. На 1 см<sup>2</sup> поверхности образца берут не 8 мл воды. Образцы не должны соприкасаться друг с другом и со стенками сосуда, в который их помещают, и должны быть полностью покрыты водой. Через 24 ч выдержки образцы вытирают фильтровальной и взвешивают не позднее чем через 1 мин после их извлечения.

### *3.6. Методика испытания резин на химическую стойкость*

Подготовленные образцы погружают в агрессивную жидкость (соотношение объемов среды и образцов составляет 15:1) и выдержи-

вают при определенной температуре 24, 72 или 168 ч. По завершению испытаний образцы извлекают из агрессивной жидкости и промывают в течение 30 с в сосуде с легкоиспаряющейся жидкостью, растворяющей агрессивную среду. Количество жидкости – не менее 1,5 л, замену ее производят после промывки 50 образцов. После выдержки в кислотах и щелочах промывку осуществляют дистиллированной водой с последующей протиркой образцов фильтровальной бумагой. Массу и объем образцов определяют через 3 ч после извлечения из среды.

## 4. Обработка опытных данных

### 4.1. Определение кислотостойкости силикатных материалов

$$K = \frac{m}{m_0} 100 (\%),$$

где  $m_0$  – масса до обработки кислотой,  $m$  – масса после обработки кислотой.

### 4.2. Определение поглощения жидких сред

$$B = \frac{m - m_0}{m} (\%),$$

где  $m_0$  – исходная масса образца,  $m$  – масса образца после пребывания в воде.

### 4.3. Определение кажущейся пористости

$$\rho = \frac{m - m_0}{m_1 - m_2} (\%),$$

где  $m_1$  – масса насыщенного водой образца,  $m_2$  – масса образца после короткого погружения в воду,  $m_0$  – масса сухого образца.

### 4.4. Определение химической стойкости пластмасс

$$K = \frac{m}{m_0} 100 (\%),$$

где  $m_0$  – масса образца до обработки раствором,  $m$  – масса образца после обработки раствором.

Наименование материала	Номер образца	Размеры образца	Состав среды	Температура среды	Время испытания	Начальная масса образца $m_0$ г	Конечная масса образца, $m$ г	Химическая стойкость, $K$ %	Влагопоглощение, $B$ %

## 5. Правила безопасной работы

5.1. Выполнять данную лабораторную работу необходимо в халате. Нельзя класть личные вещи, методическую литературу на лабораторный стол.

5.2. При переливании агрессивных растворов из сосуда в сосуд необходимо пользоваться воронками. Воронки, подставки, мерные цилиндры, химические стаканы по окончании работы ополаскивать водой из-под крана.

5.3. Жидкость, пролитую на стол или на пол, немедленно удалить сухой тряпкой, а затем тряпкой, смоченной в воде, защитив руки резиновыми перчатками.

## 6. Требования к отчету

Отчет оформляется на листах формата А4 (297×210 мм) и должен содержать:

- титульный лист установленного образца;
- цель работы и кратко изложенные теоретические положения;
- порядок выполнения работы;
- эскиз лабораторной установки с краткой экспликацией;
- таблицу с результатами эксперимента;
- примеры расчетов;
- анализ результатов эксперимента и выводы по работе.

## 7. Контрольные вопросы

1. Чем объясняется высокая кислотостойкость силикатных материалов? Какие есть исключения?
2. Что называется водостойкостью?
3. В чем суть методов определения кислотостойкости неметаллических материалов?



4. Как влияет пористость и плотность материалов на их способность поглощать влагу?
5. Что называется истинной и кажущейся пористостью?
6. Какова методика определения кажущейся пористости?

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Шевченко, А. А. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии / А. А. Шевченко. – Москва: КолосС, 2006. – 248 с.
2. Лабораторные работы по коррозии и защите металлов: учеб. пособие / Н. Д. Томашов, Н. П. Жук, В. А. Титов, М. А. Веденеева. – Москва: Металлургия, 1971. – 280 с.
3. ГОСТ 12020-2018. Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред.
4. ГОСТ 4650-2014. Пластмассы. Методы определения водопоглощения.
5. ГОСТ 9.030-74. Единая система защиты от коррозии и старения. Резины. Методы испытаний на стойкость в ненапряженном состоянии к воздействию жидких сред.
6. ГОСТ 269-66 (СТ СЭВ 983-89). Резина. Общие требования к проведению физико-механических испытаний.
7. ГОСТ 473.1-81. Изделия химически стойкие и термостойкие керамические. Метод определения кислотостойкости.
8. ГОСТ 473.3-81. Изделия химически стойкие и термостойкие керамические. Метод определения водопоглощения.
9. ГОСТ 473.4-81. Изделия химически стойкие и термостойкие керамические. Метод определения плотности и кажущейся пористости.