



Негосударственное частное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Технический университет УГМК»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
СОВРЕМЕННЫЕ ИОНООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В МЕТАЛЛУРГИИ**

**Направление  
подготовки**

**22.04.02 Металлургия**

**Название магистерской  
программы**

**Внедрение инновационных технологий на  
металлургических предприятиях**

**Уровень высшего образования**

**Магистратура**

*(бакалавриат, специалитет, магистратура)*

Рассмотрено на заседании кафедры Metallургии  
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма  
2021

Коллектив разработчиков:

№ п/п	ФИО	Уч. степень, уч. звание
1	Тимофеев К.Л.	Канд. техн. наук

Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Современные ионообменные процессы в металлургии».

Лабораторные работы по дисциплине предусмотрены на 2 курсе в 3 семестре в объеме 10 часов (заочная форма обучения). Они имеют целью под руководством преподавателя на практике закрепить обучающимся, полученных на лекциях теоретических знаний.

Код раздела, темы	Номер лабораторной работы	Тема лабораторной работы	Время на проведение (час.)
2	1	Определение оптимального значения рН для сорбции меди из водного раствора (только заочн.)	6
3	2	Определение динамической обменной емкости и степени десорбции в зависимости от скорости фильтрования исходного раствора и элюента	4
<b>Всего:</b>			10

### Лабораторная работа №1

*Тема:* Определение оптимального значения рН для сорбции меди из водного раствора

*Описание работы:* Сорбция элементов существенно зависит от кислотности раствора (рН). Увеличение концентрации водородных ионов смещает влево реакцию ионного обмена  $R-H+Me^{n+}=R-Me+nH^+$ .

Для извлечения иона металла из водного раствора необходим сорбент обладающим большим сродством к данному иону, чем к иону водорода. Для эффективного ведения технологического процесса необходимо определение оптимального рН для извлечения металла.

В данной работе необходимо в статических условиях по величинам статической обменной емкости и коэффициентов распределения определить оптимальное значение рН для сорбции ионов меди сульфокислотным катионитом Lewatit S108 и аминокислотным хелатным ионитом Lewatit TP 207.

Аппаратура и исходные материалы:

- 1) Перемешивающее устройство;
- 2) Химические колбы емкостью 100-200 см<sup>3</sup>;
- 3) Стандартные иониты марки Lewatit (S 108 и TP 207);
- 3) рабочий раствор с концентрацией меди 0,5 г/дм<sup>3</sup>;
- 4) 2Н растворы серной кислоты и едкого натра;
- 5) химическая посуда;
- 6) Мультитест (рНметр-иономер)

Методика проведения работы:

- 1) Мерным цилиндром подготовить по три пробы для двух ионитов исходного раствора;
- 2) С помощью растворов серной кислоты и едкого натра установить рН=1; 3,5 и 6,0
- 3) Взять навеску ионита объемом 1 см<sup>3</sup> и переместить в рабочий раствор сульфата меди;
- 4) Установить стаканы на мешалку, корректировать рН растворов едким натром через каждые 15 мин в течение 2 часов.

5) По окончании эксперимента отобрать пробы 10 см<sup>3</sup> для анализа

Обработка результатов:

1) Рассчитать значения COE (статической обменной емкости) и коэффициентов распределения для двух ионитов при различных pH и данные внести в таблицу

Таблица – Влияние значения pH на величину COE и равновесную концентрацию меди

pH	Lewatit S108			Lewatit TP 207		
	C <sub>p</sub>	COE	K <sub>p</sub>	C <sub>p</sub>	COE	K <sub>p</sub>
1						
3,5						
6						

2) Построить графики pH-COE для каждого типа ионита;

3) Определить оптимальное значение pH для сорбции меди и ионит, более селективный к данному элементу

## Лабораторная работа №2

*Тема:* Определение динамической обменной емкости и степени десорбции в зависимости от скорости фильтрования исходного раствора и элюента

*Описание работы:* Основными технологическими показателями работы ионитов являются величины динамической и полной динамической обменной емкости (ДОЕ и ПДОЕ), достигаемые при фильтрации раствора через слой сорбента в первом случае до появления извлекаемого элемента в фильтрате, во втором – при полном насыщении ионита.

Величина ДОЕ существенным образом зависит от скорости фильтрования раствора и снижается при ее увеличении. Основной задачей при исследовании сорбционного процесса является определение максимальной скорости фильтрования, обеспечивающей наибольшее значение ДОЕ, что позволяет минимизировать объемы приобретаемого сорбента.

Аппаратура и исходные материалы:

1) Установка титровальная, включающая три бюретки объемом 25 см<sup>3</sup>; 2) Рабочий раствор сульфата меди с концентрацией 2,5 г/дм<sup>3</sup>; 3) аминоксислотный амфолит Lewatit TP 207; 4) Раствор для десорбции 15% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 5) Химическая посуда для отбора проб

Методика проведения работы:

1) В напорные емкости, соединенные с колонками (бюретками), загруженными ионитом залить рабочий раствор сульфата меди объемом 1,5 дм<sup>3</sup>;

2) Установить скорость фильтрования 10, 20 и 30 удельных объемов/ч (250-750 см<sup>3</sup>/ч) и отбирать пробы фильтрата через 5 удельных объемов

3) В момент проскока меди для каждой колонки зафиксировать данный момент (объем), после чего закончить процесс до насыщения ионита по меди;

4) Десорбцию провести тремя удельными объемами раствора серной кислоты (15 %).

Обработка результатов:

1) Результаты анализов и значения ДОЕ и ПДОЕ (по исходному раствору и элюату) занести в таблицу

Таблица – Результаты сорбции меди

Номер колонки	Скорость фильтрования, удельных объемов/час	ДОЕ, г/дм <sup>3</sup>	ПДОЕ, г/дм <sup>3</sup> (исх. раствор)	ПДОЕ, г/дм <sup>3</sup> (десорбция)
1	10			
2	20			
3	30			

- 2) Построить выходные кривые сорбции меди при различных скоростях фильтрования в координатах равновесная концентрация меди-объем фильтрата ( $C_{Cu}-V_{\phi}$ );
- 3) Подобрать оптимальную скорость фильтрации, обеспечивающую ДОЕ=(0,6-0,8) ПДОЕ. Оценить влияние скорости фильтрации на величину ДОЕ.