

категориям, а также проследить изменения за определенные периоды. Пример такого визуального анализа расходов представлен на рисунке 2.

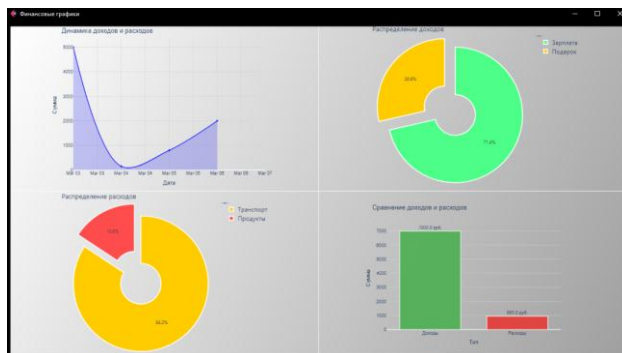


Рисунок 2 – Графическое представление расходов и доходов пользователя

Программа позволяет экспортировать данные в формат Excel, что дает возможность сохранять отчеты и использовать их в сторонних приложениях. Кроме того, добавлена опция закрепления значимых транзакций вверху списка, что ускоряет доступ к наиболее важным записям.

Таким образом, нами разработанное приложение направлено на упрощение работы с личными финансами и автоматизацию повседневных задач. Применение актуальных технологий и продуманный подход к разработке позволили создать универсальную и устойчивую систему, способную подстраиваться под нужды пользователя и масштабироваться в дальнейшем.

Список использованной литературы

1. Макконнелл, С. Совершенный код / С. Макконнелл. – СПб. : Питер, 2019. – 896 с.
2. Лутц, М. Изучаем Python / М. Лутц. – СПб. : Питер, 2022. – 1200 с.

**РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ
МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ СПЛАВОВ
НА ОСНОВЕ БИНАРНОЙ СИСТЕМЫ Sn-Zn, ЛЕГИРОВАННОЙ Al и Sb
Макаренко Сергей, Микшас Георгий (УО МГПУ им. И.П. Шамякина,
г. Мозырь)
Научный руководитель – Д.А. Зерница, канд. физ.-мат. наук**

Благодаря отказу от припоев, которые содержат в себе свинец, были начаты исследования сплавов, не содержащих вредоносный компонент. К примеру, сплав системы **Sn-Zn** обладает следующими преимуществами: экологичностью, дешевизной компонентов, низкой температурой плавления. Несмотря на эти преимущества, недостатки сплава **Sn-Zn**, такие как плохая смачиваемость и слабая стойкость к окислению, ограничивают его использование. Для преодоления таких недостатков в бинарную систему **Sn-**

Zn вводят дополнительные присадки в виде *Al* и *Sb* [1]. В статье приводятся результаты исследования эвтектических сплавов *Sn-Zn*, легированных *Al* и *Sb*.

Нами были исследованы бессвинцовые сплавы *Sn-8,8 мас. % Zn*, (*Sn-Zn*)_{эвт} – *x мас. % Al* (*x*=0,25; 0,5; 1; 2; 4) и (*Sn-Zn*)_{эвт} – *x мас. % Sb* (*x*=2; 3; 4). Сплавы изготавливались согласно методике, описанной в работе [2]. Полученная лента имела толщину около 100 мкм и ширину около 1 см. Для проведения исследования вырезался образец необходимой конфигурации.

Исходя из баз данных International Center of Diffraction Data (ICDD), были определены индексы дифракционных отражений *hkl* исследуемых образцов фольг [2]. Использовались следующие дифракционные линии: 201, 101, 220, 211, 301, 112, 400, 321, 420, 411, 312, 501, 0002, 10 $\bar{1}$ 0, 10 $\bar{1}$ 1, 10 $\bar{1}$ 2, 10 $\bar{1}$ 3, 11 $\bar{2}$ 0, 11 $\bar{2}$ 2, 20 $\bar{2}$ 1. Рентгенограммы быстрозатвердевших фольг сплавов *Sn-8,8 мас. % Zn*, (*Sn-Zn*)_{эвт} – *x мас. % Al* (*x*=0,25 – 4) и (*Sn-Zn*)_{эвт} – *x мас. % Sb* (*x*=2 – 4) представлены на рисунке 1.

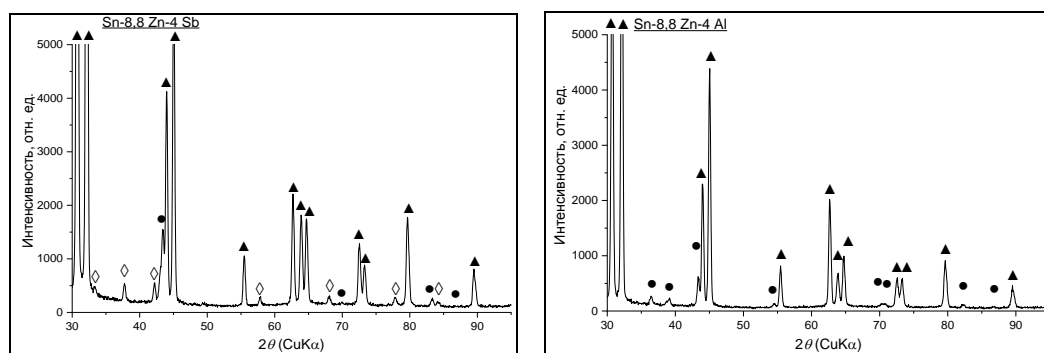


Рисунок 1 – Рентгенограммы быстрозатвердевших фольг сплавов (*Sn-Zn*)_{эвт} – 4 мас. % *Sb*, (*Sn-Zn*)_{эвт} – 4 мас. % *Al* (▲ β-*Sn*; ● α-*Zn*; ◇ *Zn*₄*Sb*₃)

В эвтектическом сплаве *Sn-Zn* мы наблюдаем лишь дифракционные отражения цинка и олова, таким образом, быстрозатвердевший сплав состоит из твёрдых растворов олова и цинка и является двухфазным [3]. В результате легирования эвтектического сплава сурьмой и алюминием происходит ослабление дифракционных линий, принадлежавших *Zn* и *Sn*.

Были обнаружены дополнительные рефлексы в сплаве (*Sn-Zn*)_{эвт} – 4 мас. % *Sb*, соответствующие фазе *Zn*₄*Sb*₃, обладающей орторомбической кристаллической решёткой. Количество фаз антимонида растёт вместе с ростом концентрации сурьмы в эвтектическом сплаве. Отметим, что более высокая концентрация сурьмы (от 8 мас. %) способствует образованию соединения *ZnSb*. Параметры ячеек *Zn*₄*Sb*₃: *a*=7,98 Å, *b*=7,49 Å, *c*=10,72 Å.

Занимаясь исследованием параметров элементарных ячеек *a* и *c* твёрдого раствора эвтектических сплавов *Sn-8,8 мас. % Zn*, легированных алюминием и сурьмой, можно заключить о неодинаковом влиянии легирующих элементов, что зависит от соотношений атомных размеров олова, цинка, и растворённых в эвтектической системе *Al* и *Sb*. Легирование

эвтектического сплава $Sn-8,8$ мас. % Zn алюминием до 1 мас. % приводит к увеличению параметра ячейки c , что говорит об образовании пересыщенного твёрдого раствора замещения на основе цинка [4].

В заключение можно сделать вывод, что быстрозатвердевшие сплавы $Sn-Zn$ без добавок демонстрируют двухфазную структуру, состоящую из твёрдых растворов олова и цинка. Введение Al и Sb ослабляет интенсивность дифракционных линий исходных компонентов (Zn и Sn), что свидетельствует о формировании пересыщенных твёрдых растворов и интерметаллических соединений. Результаты исследования открывают пути для разработки экологичных бессвинцовых припоев на основе системы $Sn-Zn$. Однако для практического применения необходимы дополнительные исследования механических свойств, коррозионной стойкости и смачиваемости модифицированных сплавов. Особое внимание следует уделить балансу между содержанием Al и Sb для достижения оптимальных эксплуатационных характеристик.

Подготовлено при финансовой поддержке БРФФИ (грант №Г24МП-054).

Список использованной литературы

1. Jae-Ean Lee, Keun-Soo Kim, Katsuaki Sukanuma, Junichi Takenaka, Koichi Hagio Interfacial Properties of Zn–Sn Alloys as High Temperature Lead-Free Solder on Cu Substrate // Materials Transactions, Vol. 46, No. 11 (2005) pp. 2413-2418.

2. Zernitsa, D. A. Study of the Structure and Properties of Rapidly Solidified Tin–Zinc Eutectic Alloys Doped with Antimony / D. A. Zernitsa, V. G. Shepelevich // Inorganic Materials : Applied Research. – 2023. – Vol. 14, № 1. – P. 86–95.

3. Шепелевич, В.Г. Быстрозатвердевшие легкоплавкие сплавы / В.Г. Шепелевич. – Минск : БГУ, 2015. – 192 с.

4. Шепелевич, В.Г. Структура быстрозатвердевшей фольги эвтектического сплава $Sn - 8,8$ мас. % Zn / В.Г. Шепелевич, Д.А. Зерница // Журнал Белорусского государственного университета. Физика, 1. С. 67–72.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ПОИСКА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Мухин Сергей (УО МГПУ им. И.П. Шамякина, г. Мозырь)

Научный руководитель – А.В. Макаревич, канд. физ.-мат. наук, доцент

Искусственный интеллект (ИИ) является одной из наиболее быстро развивающихся сфер науки и технологий, а создание систем на его основе играет важную роль в автоматизации процессов поиска, анализа и обработки информации. Такие решения широко применяются в различных областях, включая управление данными, обработку больших массивов информации, прогнозирование и поддержку принятия решений, что делает их незаменимыми в условиях современного цифрового общества [1].