

образом микропористые активированные угли с удельной поверхностью  $780-1450 \text{ м}^2 \text{ г}^{-1}$  и объемными порами  $0,71 \text{ см}^3 \text{ г}^{-1}$  [13]. С другой стороны, гидроксид калия является наиболее широко используемым реагентом для получения активированных углей с развитой пористостью. В частности, используя КОН для пропитки СГО, получают микропористые АУ с удельной поверхностью БЭТ достигающей  $2300-2390 \text{ м}^2 \text{ г}^{-1}$  и общим объемом пор  $1,15-1,20 \text{ см}^3 \text{ г}^{-1}$  [14].

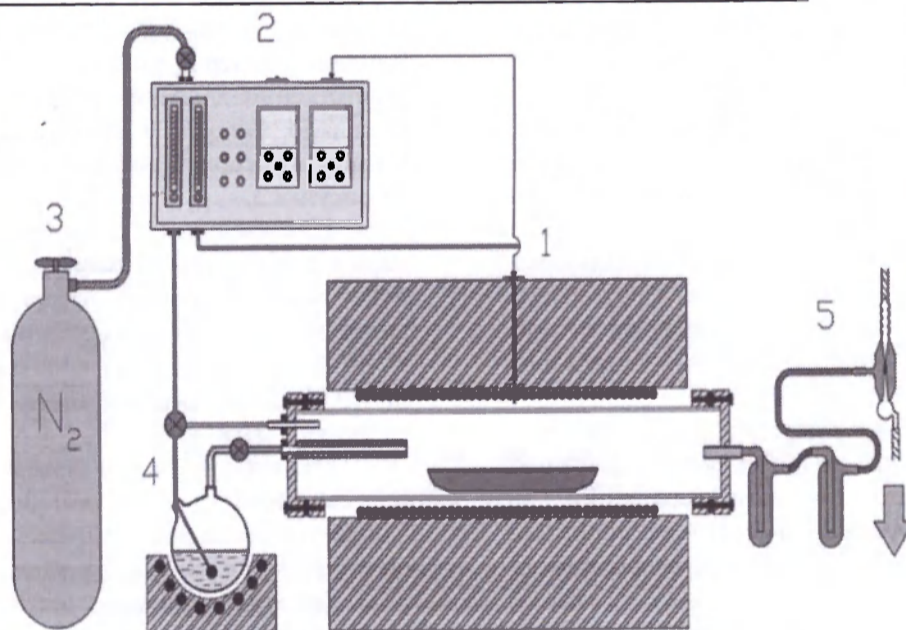
В данном исследовании представлен эффективный метод высокотемпературной обработки скорлупы грецкого ореха, пропитанной  $\text{H}_3\text{PO}_4$  оболочкой с целью получения микро- и мезопористых АУ, обладающих развитой удельной поверхностью в сочетании с большим объемом мезопор. Для определения возможности успешного применения полученных активированных углей в системах аккумулирования энергии, проведена попытка установить влияние условий обработки на электрохимические свойства материалов. Для достижения поставленной цели, синтезированные активированные угли испытывались в качестве электродных материалов в суперконденсато-

рах, собранных с использованием водного электролита.

#### Экспериментальная часть

Очищенная скорлупа грецких орехов высушивалась до постоянной массы и подвергалась дроблению. Фракцию с диаметром менее 2 мм выбирали путем просеивания. Карбонизацию и физическую активацию проводили в горизонтальной печи, тогда как химическая активация осуществлялась в шахтной печи, имеющую аналогичную конструкцию (60x50x80 см). Скорость роста температуры не превышала  $10^\circ \text{ С} \cdot \text{мин}^{-1}$ , расход газа-носителя (аргона) составлял  $100 \text{ мл} \cdot \text{мин}^{-1}$ .

Процесс карбонизации проводили в течение одного часа при различных температурах изотермической выдержки с использованием экспериментальной установки, представленной на рисунке 1. Между тем предварительная карбонизация при  $500^\circ \text{ С}$  применялась для получения углей-карбонизатов, используемых в качестве полупродукта в процессе физической активации.



1. Установка для карбонизации и физической активации;  
2. Контролер температуры и расхода газа; 3. Газовый баллон;  
4. Парогенератор; 5. Система вакуумной откачки газов

Рис. 1 – Схема экспериментальной установки паровой активации

Физическую активацию предварительно карбонизированной СГО проводили в условиях изотермической выдержки в течение 3 ча-

сов. После завершения процесса газовые клапаны перекрывались, и система оставалась в герметичном состоянии в предвакуумной ат-