

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ДИФФУЗНО-СОРБЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ВЫДЕЛЕНИЯ ГЕЛИЯ ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА
В НЕСТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ.
ПРОЕКТ № 112**

Координатор: член-корр. РАН Фомин В. М.

Исполнители: ИТПМ, ИХХТ СО РАН

Предложен и научно обоснован новый некриогенный метод извлечения гелия из природного газа путем обогащения им исходной смеси за счет избирательного поглощения целевого компонента полыми стеклянными микросферами (ценосферами).

Численные расчеты показали, что при работе колонки с полыми стеклянными микросферами возможны два предельных режима протекания кинетических и гидродинамических процессов: 1) неравновесный; 2) волновой. На рис. 1 показаны кривые изменения во времени распределений вдоль оси колонки безразмерных значений давления гелия внутри микросфер (пунктирные линии) и вне микросфер (сплошные линии) при неравновесном и волновом режимах работы колонки (цифры у кривых — моменты времени).

Численные и физические эксперименты по динамике импульса давления гелия в колонке с ценосферами указывают на наличие избирательного процесса поглощения этого газа ценосферами, сопоставление результатов дает коэффициент проницаемости сфер. Добавление в колонку слоя осушителя (силикагеля или цеолита) небольшого объема ($\sim 10^{-4}$ — 10^{-5} объема слоя микросфер) обеспечит как извлечение гелия, так и осушку газа при его пропускании через колонку со слоями адсорбционного осушителя и ценосфер.

Отработаны методики выделения ценосфер из концентрата летучих зол на установках гидро- и аэродинамического разделения, позволяющие выделять продукты с прогнозируемыми характеристиками. Выделено и охарактеризовано более 30 различных фракций ценосфер (рис. 2).

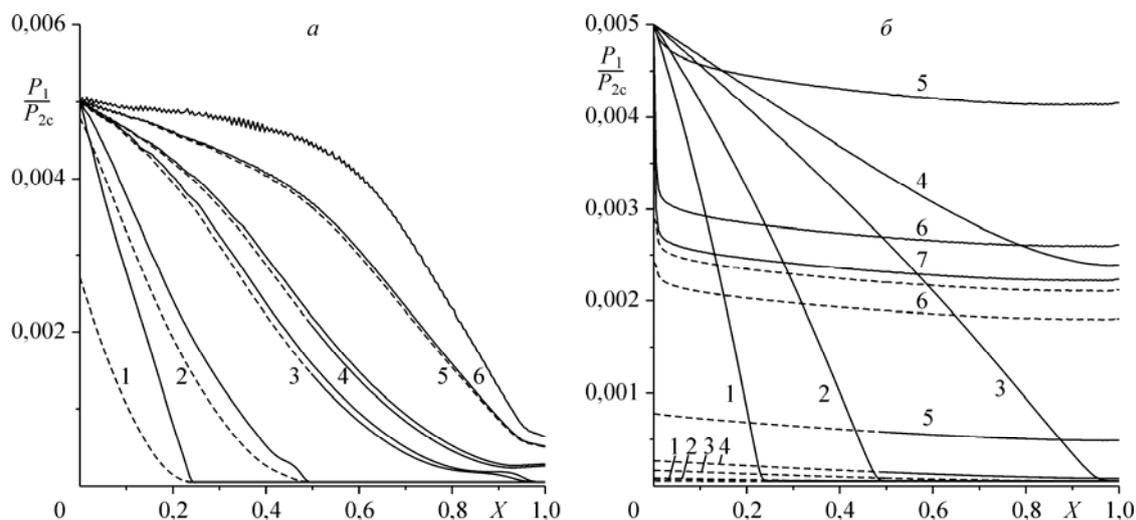


Рис. 1. Изменение во времени распределений давления гелия в колонке: а — при волновом, б — при неравновесном режимах.

Fig. 1. Time evolution of helium pressure distributions in a column: а) by wave mode, б) by nonequilibrium mode.

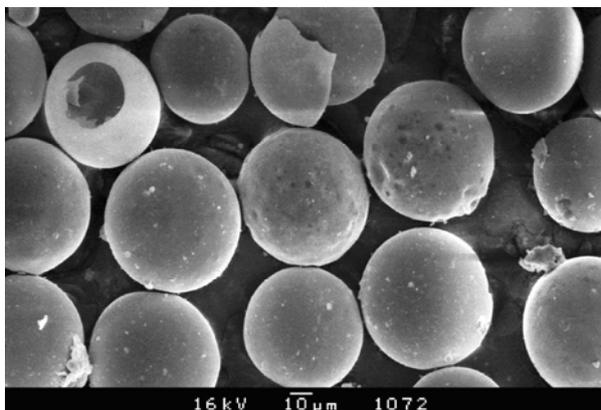


Рис. 2. Микрофотографии образцов ценосфер, полученные методом сканирующей электронной микроскопии.

Fig. 2. Microphotos of cenospheres taken with scanning electron microscopy (SEM).

Разработана методика определения проницаемости стенок ценосфер в статических и динамических условиях, получены результаты по влиянию температуры, давления, толщины стенки ценосферы и природы диффундирующего газа на проницаемость.

Показано, что кислотная обработка ценосфер приводит к образованию широкого спектра пористых материалов, уменьшению толщины стенки и увеличению удельной поверхности в 10—100 раз, проницаемость и селективность по гелию улучшаются при обработке соляной кислотой.

Обработка ценосфер в щелочном растворе приводит к перфорации стенок, образованию крупных транспортных пор. Такие образцы не обеспечивают диффузионного разделения газов. Но наличие цеолитного слоя приводит к появлению избирательности сорбции в отношении тяжелых газов при низких температурах.

Проведены две серии экспериментов с чередованием стадий продувка смесью—набор давления—сброс давления (I) и вакуумирование—набор давления—сброс давления—продувка смесью (II). Показано, что за счет поглощения гелия ценосферами в цикле PSA происходит полутора-двухкратное обогащение газа по гелию.

Основные публикации

1. Анищ А. Г., Верецагин А. С., Верецагин С. Н. и др. Некриогенный метод получения гелия из природного газа// Технологии ТЭК. 2004. № 12. С. 89—95.
2. Верецагин С. Н., Анищ А. Г., Верецагин А. С., Фомин В. М. Оценка возможности практической реализации процесса извлечения гелия из природного газа с использованием ценосфер энергетических зол// Матер. 19 Всеросс. конф. по численным методам решения задач теории упругости и пластичности. 29—31 августа, 2005. С. 123—127.