

Введение В динамично развивающейся химической отрасли науки все большее внимание ученых привлекают ионные жидкости (ИЖ). Это новый класс соединений, представляющий собой расплавы органических солей, температура плавления, которых меньше 100°C. Ионные жидкости состоят из органического катиона и органического или неорганического аниона [1, 2]. Большой научный интерес к ионным жидкостям обусловлен наличием таких специфических свойств, как низкая температура плавления, высокая удельная электропроводность, хорошая растворяющая способность, каталитическая активность, нелетучесть, нетоксичность. Самым важным и привлекательным свойством ионных жидкостей является возможность управления физическими, химическими и биологическими свойствами ИЖ путем подбора структуры катиона и аниона [3]. К примеру, природа аниона влияет на следующие свойства ионных жидкостей: температуру плавления, термическую и электрохимическую стабильность, вязкость. Полярность, гидрофильность и гидрофобность ионных жидкостей можно оптимизировать путем соответствующего выбора пары катион/анион [4]. Подробнее об управлении физическими свойствами ИЖ можно найти в литературе, например, для имидазольных ИЖ в [5]. ИЖ применяют в основном в качестве «зеленого растворителя» для замены летучих, горючих, токсичных органических растворителей [6 - 10]. Изучение его физических свойств, наряду с химическими, играет не менее важную роль для применения ионных жидкостей в различных отраслях промышленности. В настоящее время имеется большое количество неизученных коммерчески доступных ИЖ. Одной из таких мало изученных ИЖ является 1-этил-3-метилимидазолий хлорид [Emim][Cl], обладающий хорошей растворяющей способностью целлюлозы [11]. Использование данного растворителя, вместо традиционного, позволяет получить регенерированное целлюлозное волокно с более прочными и эластичными свойствами [12]. Однако, на практике чистые ИЖ редко находят применение, в основном их растворы, в частности водные. Знание содержания ИЖ в растворе обусловлено сильной зависимостью ее физико-химических свойств от концентрации. Также галогенпроизводные ИЖ являются реагентами для более сложных ИЖ, при получении которых важна их чистота. Даже небольшое содержание воды (3 масс. %) приводит к уменьшению вязкости в ~2.5 раз [13]. Существуют много способов измерения концентрации воды в растворе, но более дешевым, надежным, и в то же время быстрым методом определения концентрации в широком диапазоне является измерение коэффициента преломления. В данной работе представлены зависимости коэффициента преломления водных растворов [Emim][Cl] при температурах 20, 25, 300C. Методика эксперимента Рис. 1 - Сравнение коэффициентов преломления экспериментальных () и литературных данных () для триэтиленгликоля при 250C Методика измерения коэффициента преломления в жидкости была отработана на смеси вода - триэтиленгликоль (ТЭГ) марки «А» (с

концентрацией основного компонента 99.5%) при 250С. Диапазон концентраций для отработки был взят от 86.5 масс. % до 92.8 масс. %, с шагом в ~0.5 масс. % ТЭГа. Каждый образец тщательнейшим образом подготавливался на весах "ShincoADJ" с погрешностью ± 0.0001 г. Полученные образцы анализировались на термостатируемом при температуре 25°C рефрактометре Аббе ИРФ-454 Б2М с погрешностью измерения коэффициента преломления ± 0.0001 .

Экспериментальные данные были сопоставлены с данными из литературы [14]. Как видно из рис.1, абсолютная погрешность невелика и составляет 0.12 %. Параллельное поведение кривых экспериментальных и литературных данных является систематической ошибкой и лежит в пределах погрешности прибора. Таким образом, эта методика пригодна для измерения коэффициента преломления вязких жидкостей, к которым относится водный раствор ионной жидкости [Emim][Cl]. Для подготовки калибровочной смеси использовалась деионизированная вода электропроводностью 5.3 мкСм/см и ионная жидкость [Emim][Cl] компании "SigmaAldrich" с концентрацией 99.7 масс. %. Качество деионизированной воды контролировалось кондуктометром "Crison GLP 31+", погрешность которого составляет 0.5 %. Для ИЖ образцы подготавливались на весах в диапазоне от 5 до 95 масс. %, с шагом в 5 масс. % ионной жидкости. Далее полученные образцы анализировались на термостатируемом рефрактометре при температурах 20, 25, 30°C. В результате получена зависимость коэффициента преломления от концентрации [Emim][Cl] в воде. В ходе проведенного эксперимента выяснилось, что ионная жидкость [Emim][Cl] (при комнатной температуре находится в твердом состоянии) при концентрации воды в ней до ~3.5 масс. % после термостатирования в герметичном сосуде в печи при 900С, переходит из жидкого состояния обратно в твердое при комнатной температуре, поэтому для удобства эксперимента был взят диапазон концентраций от 5 до 95 масс. % ИЖ в воде. Результаты По результатам экспериментальных данных были построены зависимости коэффициента преломления от концентрации [Emim][Cl] в воде при температурах 20, 25 и 300С, что приведено на рис. 2 а, б, в. Для удобства практического применения полученных результатов данные были описаны полиномами второй степени: (1) где x – концентрация [Emim][Cl] в воде, масс. %; n – коэффициент преломления а б в Рис. 2 – Зависимость коэффициента преломления от концентрации [Emim][Cl] (- эксперимент, - расчет по (1)) в воде при температуре а) 20°C; б) 25°C; в) 30°C Область применения формулы (1): $T = 20 \div 30^\circ\text{C}$; $x = 0 \div 95$ масс. %. Максимальная абсолютная погрешность коэффициента преломления, вычисленная по зависимости (1) по сравнению с экспериментальными данными составила 10% (в области малых значений концентраций). Характер поведения кривых согласуется с формами кривых, приведенных в открытой литературе [15, 16]. Заключение В данной работе экспериментально были определены коэффициенты преломления водного раствора ИЖ [Emim][Cl] в диапазоне 5 – 95

масс. % при $T = 20, 25, 30$ °C. На основании данных получена зависимость концентрации от коэффициента преломления, так знание концентрации является необходимым аспектом в практическом применении.