

Прогнозирование содержания кислорода в воздухе на основе влияющих метеорологических величин

А.А. Запорожец^{1,2}, А.А. Редько¹

¹Национальный авиационный университет (Киев, Украина)

²Институт технической теплофизики НАН Украины (Киев, Украина)

В последнее время в связи с неустойчивой экологической ситуацией на планете все больше работ акцентируют свое внимание на экологических параметрах атмосферного воздуха, так как по ним можно составить общее представление об окружающей среде в целом, прогнозировать протекание природно-климатических явлений, а также дать оценку физиологическому состоянию живого организма. Целью этой работы является исследование процессов изменения концентрации кислорода в воздухе, как основополагающего индикатора состояния атмосферной среды.

В данной работе для оценки абсолютного количественного содержания кислорода в атмосферном воздухе предложена величина парциальной плотности кислорода E (г/м³). Правомерность использования этой величины доказана основными газовыми законами и математическим уравнением газового состояния Клапейрона-Менделеева, так как в целом атмосферу можно рассматривать в виде замкнутой системы смеси идеальных газов (N₂, O₂, CO₂ и т.п.) [1, 2].

Аналитическое значение парциальной плотности кислорода (E , г/м³) прямо пропорционально атмосферному давлению (P , гПа) за вычетом парциального давления водяного пара (e , гПа) и обратно пропорционально температуре воздуха (T , К; T' , °С):

$$E = 23,15 \cdot 10^3 \cdot \frac{P - e}{R \cdot T} .$$

Расчет парциального давления водяного пара определяется по формуле:

$$e = \varphi \cdot p_{\text{нас}} ,$$

где φ – влажность воздуха, а $p_{\text{нас}}$ – величина, которую можно определить согласно рекомендациям Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation [3]:

$$p_{\text{нас}}(P, T') = f(P) \cdot r(T') ;$$

$$f(P) = 1,0016 + 3,15 \cdot 10^{-6} \cdot P - 0,074 \cdot P^{-1} ;$$

$$r(T') = 6,112 \cdot e^{\frac{17,62 \cdot T'}{243,12 + T'}} .$$

В ходе исследований были проанализированы изменения основных метеорологических параметров (температуры, абсолютного давления и относительной

влажности) в период с октября 2014 г. по сентябрь 2015 г. включительно в 3 столицах Восточной Европы: Москве (Россия), Киеве (Украина) и Минске (Беларусь).

Значения метеорологических параметров были получены с портала wunderground.com, где доступны хронологические данные о метеоусловиях аэропортов Шереметьево (ICAO: UUEE), Жуляны (ICAO: UKKK) и Минск-1 (ICAO: UMMM). На основании этих данных с использованием полиномов Чебышева четвертого порядка найдены функциональные зависимости парциальной плотности кислорода в атмосферном воздухе от времени для вышеупомянутых городов (рис. 1).

Для подтверждения предложенного подхода к задаче прогнозирования содержания кислорода в воздухе планируется произвести измерительный эксперимент с использованием газоанализатора электрохимического типа. Взяв во внимание факт загрязнения атмосферы в мегаполисах и промышленных регионах необходимо корректировать значение доли кислорода по массе в сухом воздухе (принята константа для чистого воздуха 23,15 %) в формуле для расчета парциальной плотности кислорода.

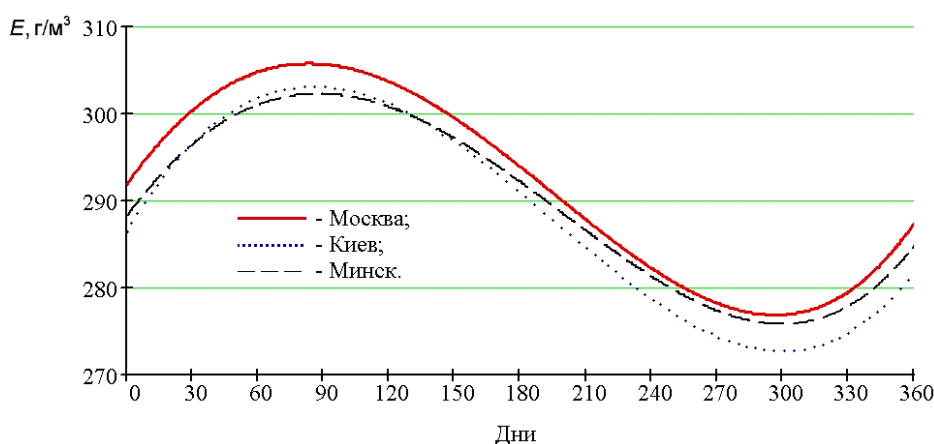


Рис. 1. Функциональные зависимости парциальной концентрации кислорода атмосферного воздуха от времени для Москвы, Киева, Минска за период октябрь 2014 г. – сентябрь 2015 г.

Литература

1. Методика расчета количества кислорода в атмосферном воздухе на основе метеорологических параметров с целью прогнозирования метеопатических эффектов атмосферы: (метод. рекомендации) / Гл. упр. лечеб.-профилактич. помощи; сост. В. Ф. Овчарова. – М. : МЗ СССР, 1983. – 13 с.
2. *Бабак В.П. [и др.] Підвищення точності вимірювання коефіцієнта надлишку повітря в котлоагрегатах із застосуванням газоаналізаторів електрохімічного типу // Промышленная теплотехника. – 2015. – №1. – С. 82-96.*
3. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation // World Meteorological Organization, 2008. – №8.– 119 p.