
КЛАСТЕРНО-АССОЦИАТНАЯ МОДЕЛЬ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОГО МАРГАНЦА

Макашева А.М.

д.т.н., профессор

Прохорова А.Н.

магистрант кафедры НТМ

Карагандинский государственный технический университет

АННОТАЦИЯ

В данной статье показано сравнение кластерно-ассоциатной модели вязкости, основанной на концепции хаотизированных частиц, с вязкостью, полученной из справочных данных. Предметом исследования является жидкий марганец.

ABSTRACT

This article compares the cluster-associate viscosity model based on the concept of randomized particles with the viscosity obtained from reference data. The subject of research is liquid manganese.

Ключевые слова: марганец, динамическая вязкость, концепция хаотизированных частиц, кластерно-ассоциатная модель.

Key words: manganese, dynamic viscosity, the concept of randomized particles, cluster-associate model.

Введение

Марганец является одним из распространенных элементов в природе. Основной минерал – пиролюзит, MnO_2 . Он отличается чёрным цветом, сильным блеском, хрупкостью и сравнительно низкой твёрдостью [1].

В настоящее время для получения металлического марганца применяют три способа: алюминотермический (восстановление алюминием), силикотермический (восстановление кремнием) и электролитический [2]. Наиболее широкое распространение нашёл алюминотермический способ, разработанный в конце XIX в. В этом случае в качестве марганцевого сырья лучше применять не пиролюзит, а закись-окись марганца Mn_3O_4 . Электролизом из хлористых и серноокислых солей получается достаточно плотный металл, содержащий до 99,98% элемента № 25. Наиболее чистый марганец получают в промышленности, по способу советского электрохимика Р. И. Агладзе (1939), электролизом водных растворов $MnSO_4$ с добавкой $(NH_4)_2SO_4$ при $pH = 8.0 - 8.5$.

Марганец – твёрдый серебристо-белый хрупкий металл. Известны четыре кристаллические модификации марганца, каждая из которых термодинамически устойчива в определённом интервале температур. Ниже 707 °С устойчив α -марганец, имеющий сложную структуру – в его элементарную ячейку входят 58 атомов. Сложность структуры марганца при температурах ниже 707 °С обуславливает его хрупкость [3].

Расплавленный марганец, подобно железу, растворяет углерод, при этом образуя карбид. Марганец образует также бориды, силициды, фосфиды.

Представляет интерес получение данных по вязкости жидкого марганца по новой вероятностной модели и сравнение этих данных со справочными в полном диапазоне жидкого состояния.

Авторами [4] на основе концепции хаотизированных частиц была разработана

кластерно-ассоциатная модель динамической вязкости. Новая модель вязкости имеет вид:

$$\eta = \eta_1 \left(T_1 / T \right)^{a_2 (T_2 / T)^b}, \quad (1)$$

где η_1 – реперная точка динамической вязкости при температуре T_1 (К); a – степень ассоциации кластеров, которая равна $a_2 (T_2 / T)^b$; b – средняя степень агрегации ассоциатов. Для нахождения показателей a_2 и b необходимы вторая и третья реперные точки, затем они находятся по следующим формулам:

$$a_2 = \frac{\ln(\eta_2 / \eta_1)}{\ln(T_1 / T_2)}, \quad (2)$$

$$a_3 = \frac{\ln(\eta_3 / \eta_1)}{\ln(T_1 / T_3)}, \quad (3)$$

$$b = \frac{\ln(a_3 / a_2)}{\ln(T_2 / T_3)}. \quad (4)$$

Проверка адекватности кластерно-ассоциатной модели вязкости марганца в сопоставлении с экспериментальными данными

В справочнике [5] приведены данные по динамической вязкости марганца, причем в аппроксимированном виде на основе работы [6], выполненной в интервале от плавления до 1715 К:

$$\ln \eta = 0,160 + 2,586 \cdot 10^3 / T, \quad (5)$$

где η – в 10^2 г/(см·с), T – в К.

На основе расчетных значений (5) выбраны три реперные точки: $T_1 = 1550$ К, $\eta_1 = 6,22$ мПа·с; $T_2 = 1625$ К, $\eta_2 = 5,76$ мПа·с; $T_3 = 1700$ К, $\eta_3 = 5,37$ мПа·с. По формулам (2)-(4) получим значения $a_2 = 1,625984$, $b = 0,485664$ и общую зависимость

$$\eta = 6,22 (1550 / T)^{1,625984 (1625 / T)^{0,485664}}, \text{ мПа·с.} \quad (6)$$

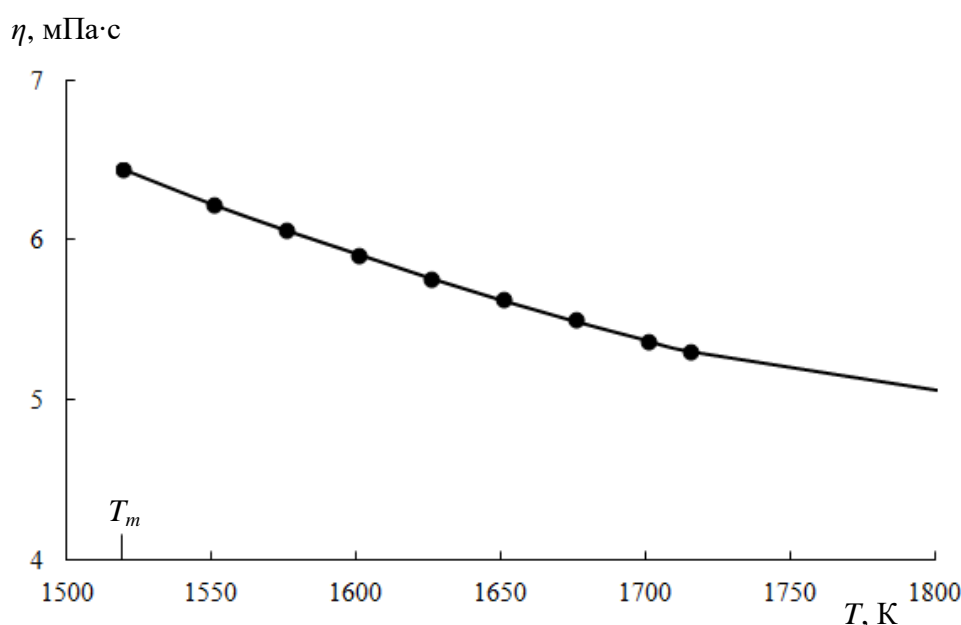
Температура плавления и кипения марганца: по [5] – 1518 и 2423 К, по [7] – 1517 и 2343 К, по [8] – 1519 и 2334 К.

Справочные по (5) из [6] и расчетные по (6) данные приведены в таблице и сравнение показано на рисунке.

Таблица

Динамическая вязкость жидкого марганца по (5) [6] и по (6)

T , К	η [6], мПа·с	η (6), мПа·с	a
$T_m = 1519$	6,44	6,44	1,68
1550	6,22	6,22	1,66
1575	6,06	6,06	1,65
1600	5,91	5,91	1,64
1625	5,76	5,76	1,63
1650	5,63	5,62	1,61
1675	5,50	5,49	1,60
1700	5,37	5,37	1,59
1715	5,30	5,30	1,58
$T_b = 2334$	3,55	3,56	1,36



Точки – справочные данные [4], линия – по (6)

Рисунок – Зависимость динамической вязкости жидкого марганца от температуры

Почти идеальное согласие результатов расчета по обеим зависимостям сохраняется вплоть до критической точки, где обнаруживается различие всего на 2,1.

Заключение

Кластерно-ассоциатная модель вязкости позволила построить модель для жидкого марганца.

Одна из важнейших характеристик кластерно-ассоциатной модели – степень ассоциации кластеров – закономерно понижается по мере повышения температуры, соответствующее динамике разрушения ассоциатов.

Предлагаемая кластерно-ассоциатная модель вязкости показала свою пригодность для целостного описания температурной зависимости вязкости в полном диапазоне жидкого состояния.

Список использованной литературы

1. Лебедева М.И., Анкудинова И.А., Свириева М.А. Химия элементов (часть 3): учебное пособие. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 133 с.
2. Мысик В. Ф., Жданов А. В., Павлов В. А. Металлургия ферросплавов: технологические расчеты: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. унта, 2018. – 536 с.
3. Глинка Н.Л., Ермаков А.И. Общая химия: учебное пособие. – М.: Интеграл-Пресс, 2000. – 728 с.
4. Малышев В.П., Бектурганов Н.С., Турдукожаева А.М. Вязкость, текучесть и плотность веществ как мера их хаотизации. – М.: Научный мир, 2012. – 288 с.
5. Шпильрайн Э.Э., Фомин В.А., Сквородько С.Н., Сокол Г.Ф. Исследование вязкости жидких металлов. – М.: Наука, 1983. – 243 с.

6. Каплун А. Б., Авелиани М. И., Крутько М. Ф. Исследование вязкости расплавленных железа, кобальта, никеля и марганца вибрационным методом. В кн.: Исследование теплофизических свойств растворов и расплавов // Под ред. С. С. Кутателадзе. – Новосибирск: Наука, 1974. – С. 136-173.

7. Свойства элементов: Справ. изд. – В 2-х кн. Кн. 2 // Под ред. Дрица М.Е. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд. дом «Руда и Металлы», 2003. – 456 с.

8. Волков А.И., Жарский И.М. Большой химический справочник. – Мн.: Современная школа, 2005. – 608 с.

УДК 662.997

МИКРО-ГЭС ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Рустамов Умиджон Соибович

*Ассистент – Ферганский политехнический институт
г. Фергана, Узбекистан*

АННОТАЦИЯ

В статье предложена микро ГЭС, вырабатывающая экологически чистой электроэнергией, устанавливаемой в гидротехнических сооружениях Ферганской области. Показана возможность создания микро ГЭС для электроснабжения и теплоснабжения потребителей. Приведены результаты исследования низконапорного агрегата микро-ГЭС.

ABSTRACT

The article proposes a micro hydroelectric power station that generates environmentally friendly electricity installed in the hydraulic structures of the Fergana region. The possibility of creating micro hydroelectric power stations for electricity and heat supply to consumers is shown. The results of a study of a low-pressure unit of micro-hydroelectric power stations are presented.

Ключевые слова: микро ГЭС, гидротехнические сооружения, низконапорный блок, асинхронный двигатель, гидроагрегат, система автоматического регулирования.

Keywords: micro hydroelectric power station, hydraulic structures, low-pressure unit, induction motor, hydraulic unit, automatic control system.

В Узбекистане был принят закон «О ратификации Устава Международного агентства по возобновляемой энергии». Этот документ открыл дорогу для решения еще более широкого спектра задач по развитию энергетики в русле мировых тенденций и стандартов. Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 14.09.2017 г. № 724 предусматривается реализация пилотных проектов по строительству микро гидроэлектростанций. [1]

На основании этого проекта Микро-ГЭС строят на естественных и искусственных водотоках Джизакской, Наманганской, Сырдарьинской и Хорезмской областей. Проекты строительства поэтапно разработают АО «Узбекгидроэнерго» и АО «Гидропроект». Исходные данные по водности рек на участках их строительства предоставит АО «Узсувлойтиха».

Реализацией пилотных проектов займется АО «Узбекгидроэнерго» за счет собственных средств, частных инвестиций и банковских кредитов. Инвесторы привлекаются к проектам на конкурсной основе. АО «Узбекгидроэнерго»

координирует их работу и оказывает им необходимую техподдержку. [2-3]

Производство комплектующих изделий, необходимых для строительства и эксплуатации микро-ГЭС, локализуют на базе АО «Сувсаноатмаш». Оборудование, сырье и материалы, комплектующие, приборы, запчасти, техдокументация, не производимые в республике, ввозимые в рамках реализации проектов, освобождаются от таможенных платежей.

Микро-ГЭС могут подключаться к сетям единой электроэнергетической системы и потребителей электроэнергии на условиях блок-станций.

В рамках этой программы, разработанный экспериментальный образец Микро-ГЭС мощностью 5 кВт, в Ферганском политехническом институте совместно с «Фергана пирамида курилиш», предназначен для автономного электроснабжения фермерских хозяйств, молочных ферм, стригальных пунктов, кошар, лесных кордонов, гидрометеостанций, пограничных застав, дачных участков, пашек и других малых объектов.