

*Идиев С.Б., Сафаров М.М.*

**ВЗАИМОСВЯЗЬ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ  
ТРАНСФОРМИРУЮЩЕГО РАСТВОРА «ГЕМОГЛОБИН» И КОНЦЕНТРАЦИИ ПОД  
ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ**

*S.B. Idiev, M.M. Safarov*

**THE RELATIONSHIP OF THE SURFACE TENSION COEFFICIENT OF  
TRANSFORMING SOLUTION "HEMOGLOBIN" AND CONCENTRATION UNDER  
THE INFLUENCE OF A CONSTANT MAGNETIC FIELD**

УДК: 53.577.3.

*Задачей настоящей работы является исследование закономерности влияния коэффициента поверхностного натяжения трансформирующего раствора «гемоглобин» с различной концентрацией при комнатной температуре и постоянном атмосферном давлении под воздействием постоянного магнитного поля. Выяснено, что коэффициент поверхностного натяжения «гемоглобин» с ростом увеличения концентрации раствора под действием постоянного магнитного поля напряженности 1600 Э, сначала увеличивается, а потом с ростом увеличения концентрация уменьшается.*

**Ключевые слова:** *поверхностное натяжение, гемоглобин, постоянное магнитное поле, концентрация, адсорбция.*

*The purpose of this work is study of the patterns of influence of the surface tension coefficient of transforming solution "hemoglobin" with a different concentration at room temperature and atmospheric pressure under constant exposure to the static magnetic field. There was found that the surface tension coefficient with an increase in hemoglobin concentration increase under the action of a solution of a constant magnetic field 1600 Oe., first increases and then increase with increasing concentration decreases.*

**Key words:** *surface tension, hemoglobin, steady magnetic field, concentration, adsorption.*

В настоящее время исследование физико-химических свойств некоторых биологических объектов: форменных элементов, мембран клеток, белков, липидов, в особенности эритроцитов с гемоглобином, считаются самыми актуальными и перспективными направлениями в биохимии, биофизике и медицине [1,2]. Изучение этих процессов позволяет осуществить разработку изготовления лекарственных препаратов для медицинской практики.

Среди этих препаратов можно особенно выделить растворообразный гемоглобин, который содержится внутри эритроцита. Структуру, свойства и функции гемоглобина можно считать изученными, но имеются ещё некоторые аспекты, которые освещены в настоящей работе. В работе рассматриваются воздействия постоянных магнитных полей на молекулы гемоглобина крови.

Для проведения эксперимента мы получили трансформирующий раствор «Гемоглобин», который широко используется в медицине. Это в свою очередь ставит задачу изучения коэффициента поверхностного натяжения под воздействием внешних сил. В качестве исследуемых объектов, то есть для получения растворов нами использован набор реагентов «Гемоглобин», выпускающий ЗАО «ЭКОлаб». Трансформирующий раствора «Гемоглобин» разрешен к производству на территории Российской Федерации от 29.11.2011 года.

Набор реагентов состоит из реагент 1 – трансформирующая смесь (по 1,2г), реагент 2 – ацетонциангидрин (0,5мл) и калибратор (5мл) предназначен для определения гемоглобина гемиглобинцианидным методом в крови человека в клиничко – диагностических и биохимических лабораториях.

Нормальные значения содержания гемоглобина в крови для мужчины – 130-170 г/л, для женщины – 120-140 г/л.

Принцип действия раствора: при воздействии с калием железосинеродистым (красная кровяная соль) окисляется в метгемоглобин, образующий с ацетонциангидрином гемиглобинцианид, интенсивность окраски которого пропорциональна количеству гемоглобина и определяется фотометрически при длине волны 540 (520-560) нм.

Меры предосторожности при работе с набором в лабораториях: соблюдение правил устройства, техника безопасности, производственная санитария, противоэпидемический режим и личная гигиена. Реагент 2 и калибровочный раствор содержат ядовитое вещество – ацетонциангидрин. При работе с ним следует соблюдать осторожность и не допускать попадания на кожу.

Приготовление трансформирующего раствора: содержимое одного флакона с реагентом 1 количественно перенести в мерную колбу вместимостью 1000мл, добавит 500 - 600мл воды дистиллированной, растворить при перемешивании. Добавить содержимое одной ампулы с реагентом 2, перемешать и довести до метки 1000мл. Трансформирующий раствор можно хранить при комнатной температуре (18-25) °С в посуде из темного стекла не более 3 месяца.

Для проведения эксперимента, надо было измерит осмотическое давление. Величина осмотического давления ( $\pi$ ) определяется по уравнению Вант-Гоффа:

$$\pi = CRT, \tag{1}$$

где С – концентрация, R – универсальная газовая постоянная, T – температура раствора. Из уравнения Вант-Гоффа следует, что осмотическое давление раствора пропорционально его концентрации и температуре и не зависит от природы растворенного вещества. Осмотическое давления и температура воздуха, была измерена с помощью барометра ( $\pi=714,5$  мм.рт.ст.) и термометра (25 °С) соответственно.

Нами исследованы растворы с концентрацией 0,2; 0,4; 0,6; 1; 1,2; 1,4 г/л трансформирующего раствора «Гемоглобина». Трансформирующие растворы на разные концентрации были сготовлены на Центральной научно-исследовательской лаборатории Таджикского государственного медицинского университета имени Абуали ибн Сино.

Исследования проводились относительно в однородном постоянном магнитном поле. Такое постоянное магнитное поле (ПМП) нами было получено с помощью 2 рожковых магнитов.

Для подтверждения постоянного магнитного поля максимальной напряженности 1600 Э, получили с помощью магнитной установки, и исследуемый объект располагали в магнитном зазоре между полюсами постоянного рожкового магнита с помощью специального приспособления. Трансформирующий раствор находился внутри специального аппарата, который изготовлен из темного стекла и моторчиком для медленного раскручивания раствора. Трансформирующий раствор в течение 36 часов медленно крутится внутри тёмного стекла, причём трансформирующий раствор «Гемоглобин» с разной концентрации соответствовал самой высокой напряжённости магнитного поля, то есть. оно находилось в середине рабочей части магнита. Этот эксперимента повторяли свыше 32 раза.

Коэффициент поверхностного натяжения определяем, простым прибором, называемым сталогнометром, методом отрыва капли. Сталогнометр представляет собой коленчатую стеклянную трубку с шарообразным расширением. Коэффициент поверхностного натяжения для различных концентраций трансформирующего раствора «Гемоглобин» вычисляли по формуле:

$$\sigma = \frac{mg}{2\pi r}, \tag{2}$$

где m- масса капли, g – ускорение свободного падения, r – радиус капилляра.

Из формула (2) видно, что коэффициент поверхностного натяжения прямо пропорционально массы капли и обратно пропорционально радиус капилляра. Общая относительная погрешность измерения коэффициента поверхностного натяжения составляет 0,01%.

Коэффициент поверхностного натяжения трансформирующего раствора «Гемоглобин» при разной концентрации под и без действием постоянного магнитного поля приведено в таблице 1.

Таблица 1

**Экспериментальные данные коэффициента поверхностного натяжения трансформирующего раствора «Гемоглобин» при комнатной температуре и в постоянном атмосферном давлением**

С, г/л	0,2	0,4	0,6	1	1,2	1,4
$\sigma, 10^{-2}$ Н/м под действием постоянного магнитного поля	6,9344	6,9591	6,9624	6,8497	6,8407	6,7925
$\sigma, 10^{-2}$ Н/м без действием постоянного магнитного поля	6,8769	6,8246	6,7740	6,7312	6,7104	6,6936

Построим график зависимости коэффициента поверхностного натяжения от концентрации трансформирующего раствора «Гемоглобин» под действием постоянного магнитного поля (кривая 1) и без действием магнитного поля (кривая 2) рис. 1.

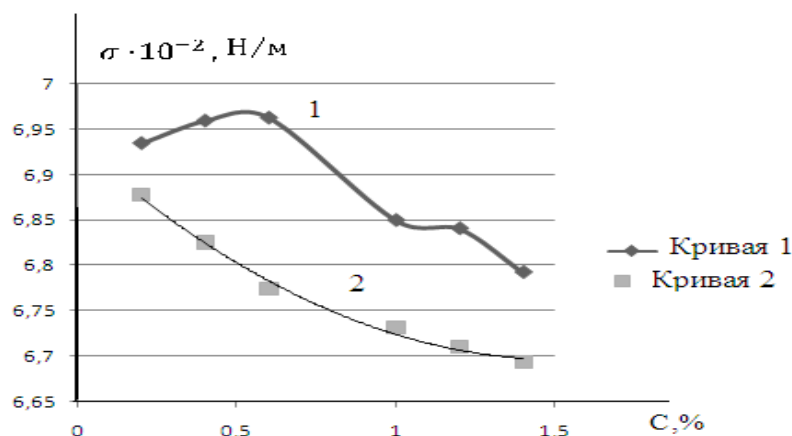


Рис. 1. Зависимость коэффициента поверхностного натяжения от концентрации трансформирующего раствора «Гемоглобина»: кривая 1- под напряжением постоянного магнитного поля; кривая 2- без магнитного поля

Как видно из рисунка 1 (кривая 1) коэффициент поверхностного натяжения с ростом концентрации трансформирующего раствора «Гемоглобин» под действием постоянного магнитного поля сначала увеличивается до концентрации 0,6 г/л т.е. получает пик, а потом плавно уменьшается. Коэффициент поверхностного натяжения при концентрации

1 г/л до 1,2 г/л не изменяется, а при дальнейшем увеличении концентрации, трансформирующего раствора «Гемоглобин» коэффициент поверхностного натяжения уменьшается.

Под действием постоянного магнитного поля с увеличением концентрации трансформирующего раствора «Гемоглобина» коэффициент поверхностного натяжения плавно уменьшатся (кривая 2). Это кривая тип изотерм образуют поверхностно-активные вещества (ПАВ), снижающие при растворении поверхностного натяжения (рис.1). Из рисунка видно, что поверхностное натяжение гемоглобина меньше, чем поверхностное натяжение дистиллированной воды, т.е.  $\sigma_{\text{воды}} > \sigma_{\text{гемоглобин}}$ .

Интересно было бы определить, зависимость поверхностного натяжения от изотерму адсорбции Г. Если известно зависимость коэффициента поверхностного натяжения трансформирующего раствора «Гемоглобин» от концентрации раствора, можно рассчитать изотерму адсорбции ПАВ методом графического дифференцирования экспериментальной кривой  $\sigma=f(C)$ .

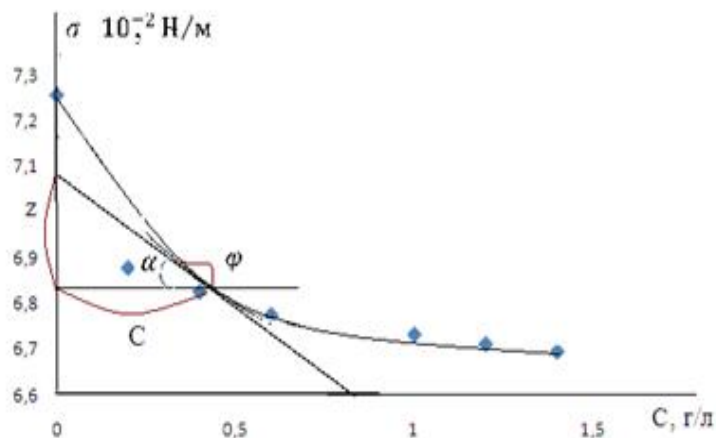


Рис. 2. Графическое определение величины адсорбции по изотерме поверхностного натяжения

Для достижения этой цели в нескольких точках кривой  $\sigma=f(C)$  (рис 1, кривая 2) проводим касательные и определяем тангенсы угла их наклона, которые соответствуют значениям производных  $\frac{\partial \sigma}{\partial C}$  в этих точках (рис 2.).

Адсорбция это процесс самопроизвольного перераспределения компонентов системы между поверхностным слоем и объемной фазой [3]. Из рисунка 2 легко можно определить значения этих производных, по уравнению адсорбции Гиббса. Рассчитываем величины Г и получим изотерму адсорбции  $\Gamma=f(C)$ .

$$\Gamma = \frac{z}{\gamma \Gamma}, \quad (3)$$

где  $\Delta = \sigma_2 - \sigma_1$  – разность поверхностного натяжения. Используя (3) и данные рис. 2 можно построить график зависимости изотерму адсорбции  $\Gamma$  от коэффициента поверхностного натяжения  $\sigma$  (таблица 2).

Таблица 2

Зависимость изотерму адсорбции  $\Gamma$  от коэффициента поверхностного натяжения  $\sigma$

$\Gamma, 10^{-7}$ Моль/г	3,5181	3,743	3,864	4,185	4,3708	4,524
$\sigma \cdot 10^{-2}$ Н/м	6,8769	6,825	6,774	6,7312	6,7104	6,6936

Построим экспериментальный график отношение изотерму адсорбции  $\Gamma$  от коэффициента поверхностного натяжения  $\sigma$  (рис.3).

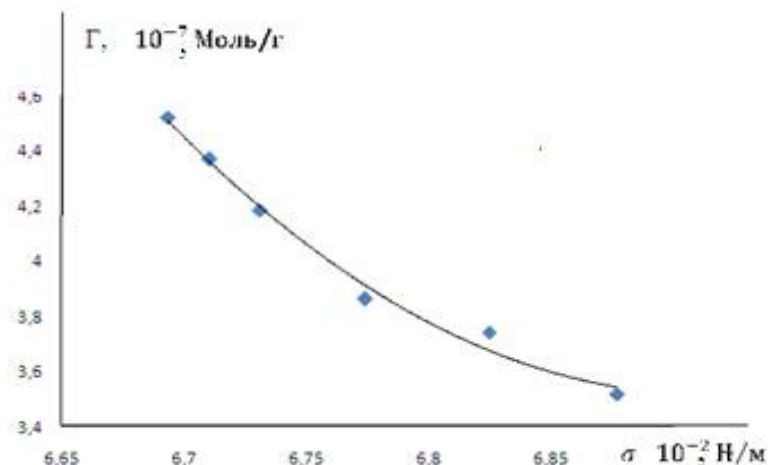


Рис. 3. Зависимость изотерму адсорбции  $\Gamma$  от коэффициента поверхностного натяжения  $\sigma$

Из рис. 3 видно, что с уменьшение адсорбции коэффициента поверхностного натяжения  $\sigma$  увеличивается.

Таблица 3

Экспериментальное данные отношения изотермы адсорбции  $\Gamma$  и коэффициента поверхностного натяжения  $\sigma$  от концентрации трансформирующего раствора «Гемоглобин»

$C, \text{ г/л}$	0,2	0,4	0,6	1	1,2	1,4
$\Gamma, 10^{-7}$ Моль/г	3,5181	3,743	3,864	4,185	4,3708	4,524
$\sigma, 10^{-2}$ Н/м	6,8769	6,825	6,774	6,7312	6,7104	6,6936

Теперь построим экспериментальный график отношения изотермы адсорбции  $\Gamma$  и коэффициента поверхностного натяжения  $\sigma$  от концентрации (рис.4).

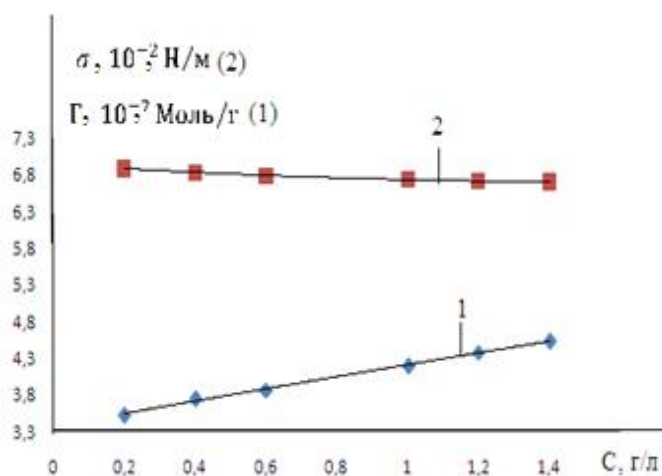


Рис. 4. Зависимость изотерму адсорбции  $\Gamma$  и коэффициента поверхностного натяжения  $\sigma$  от концентрации гемоглобина

Анализ рис. 4. показывают, что с увеличением концентрации изотермы адсорбции (линии 1) линейно увеличивается и коэффициент поверхностного натяжения  $\sigma$  (линии 2), уменьшается.

**Литература:**

1. Коварский В.А. Молекула гемоглобина во внешнем электромагнитном поле. Успехи физических наук. АН Республика Молдова, 1999, Т.169, № 8, с.897-898.
2. Ёгибеков П.Ё., Идиев С.Б. Воздействие магнитного поля на крови живого организма. ТАУ, Земледелец, 3(63), Душанбе, Мехргон ТАУ, 2014, с.81-84.
3. Михеева Е.В., Пикула Н.П. Физическая и коллоидная химия – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010, – 267 с.

**Рецензент: д.т.н., профессор Сафаров М.**

---