

Министерство образования и науки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»

ОАО «Вакууммаш»

ФГУП «Научно-исследовательский институт вакуумной техники
им. С.А. Векшинского»

Российское научно-техническое вакуумное общество

ШЕСТАЯ РОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ВАКУУМНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ»



МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ
9–11 апреля 2013 г.



2013

Министерство образования и науки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»

ОАО «Вакууммаш»

ФГУП «Научно-исследовательский институт вакуумной техники
им. С.А. Векшинского»

Российское научно-техническое вакуумное общество

ШЕСТАЯ РОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ВАКУУМНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ»



МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

9–11 апреля 2013 г.

Казань
Издательство КНИТУ
2013

Шестая Российская студенческая научно-техническая конференция «Вакуумная техника и технология» : материалы конференции (9–11 апреля 2013 г.); М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2013. – 178 с.

ISBN 978-5-7882-1387-3

Сопредседатели конференции:

Дьяконов Г.С., ректор КНИТУ

Капустин Е.Н., генеральный директор ОАО «Вакууммаш»

Быков Д.В., председатель РНТВО

Члены Оргкомитета:

Аляев В.А., профессор, КНИТУ, Казань

Воробьев И.А., директор НИИВТ им. С.А. Векшинского, Москва

Бурмистров А.В., профессор, КНИТУ, Казань

Демихов К.Е., профессор, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Нестеров С.Б., профессор, зам. директора НИИВТ им. С.А. Векшинского, Москва

Панфилович К.Б., профессор, КНИТУ, Казань

Розанов Л.Н., профессор, СПбГПУ, Санкт-Петербург

Саксаганский Г.Л., профессор, НИИЭФА, Санкт-Петербург

Баскевич П.П., директор ОАО «КНИАТ» (ИТЦ-КНИАТ)

Хисамеев И.Г., профессор, КНИТУ, Казань

Ответственный секретарь: Фомина М.Г., доцент, КНИТУ, Казань

Конференция организована при поддержке:

ОАО «ВАКУУММАШ» (г. Казань)

ФГУП «Научно-исследовательский институт вакуумной техники
им. С.А. ВЕКШИНСКОГО» (г. Москва)

ЗАО «ФЕРРИ ВАТТ» (г. Казань)

Конференция является отборочным (полуфинальным) мероприятием ВМНТК «ИДЕЛЬ», аккредитованном ФСР МФП НТС (www.fasie.ru) в качестве итогового регионального мероприятия по программе «УМНИК».

ISBN 978-5-7882-1387-3

© Казанский национальный исследовательский
технологический университет, 2013



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"ВАКУУММАШ"

ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ



ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

ОАО «Вакууммаш» предлагает широкий
ассортимент вакуумного оборудования:

- жидкостно-кольцевые вакуумные насосы и агрегаты на их базе с эжекторной ступенью;
- механические пластинчато-роторные насосы;
- двухроторные вакуумные насосы (типа Рутс);
- паромасляные диффузионные насосы;
- паромасляные бустерные насосы;
- пароводяные эжекторные вакуумные насосы;
- вакуумную запорную и регулирующую арматуру;
- агрегаты на базе выпускаемых насосов;
- вакуумные металлизационные (напылительные) установки.

РФ, 420054, г. Казань, ул. Тульская, 58
Тел.: +7 (843)278-35-27 приемная
Факс: +7 9843)278-32-92, 278-32-40
e-mail: Kazan@vacma.ru
сайт: <http://vacma.ru>



Система менеджмента качества ОАО «Вакууммаш» сертифицирована
на соответствие стандарту ISO 9001:2008



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"ВАКУУММАШ"

ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ



ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

ОАО «Вакууммаш» предлагает программы сервисного обслуживания клиентов, в том числе:

- ремонт и модернизация вакуумного оборудования;
- пост гарантийное обслуживание вакуумного оборудования;
- предупредительный ремонт с продлением гарантийных обязательств;
- техническое обслуживание вакуумного оборудования;
- пуско-наладочные, монтажные и шеф-монтажные работы вакуумного оборудования;
- оригинальные запасные части;
- диагностика вакуумного оборудования с последующей выдачей рекомендаций по виду необходимого сервисного обслуживания;
- калибровка средств измерений вакуума;
- обучение и консультации

РФ, 420054, г. Казань, ул. Тульская, 58
Тел.: +7 (843)278-35-27 приемная
Факс: +7 9843)278-32-92, 278-32-40
e-mail: Kazan@vacma.ru
сайт: <http://vacma.ru>



Система менеджмента качества ОАО «Вакууммаш» сертифицирована на соответствие стандарту ISO 9001:2008

Казанский национальный исследовательский технологический университет 9-11 апреля 2013г.



ФГУП «Научно-исследовательский институт вакуумной техники им. С. А. Векшинского»



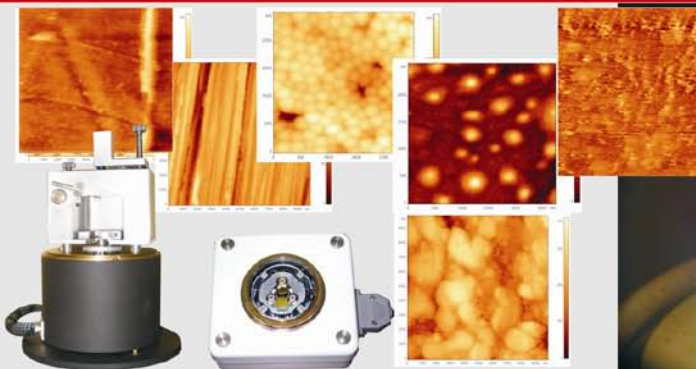
Продукция и услуги предприятия:

- ➔ разработка и изготовление вакуумных испытательных камер – имитаторов условий высотных полетов и космического пространства, в том числе вакуумно-криогенных камер для измерения тяговых и иных рабочих характеристик высотных и космических двигателей ЛА в интересах предприятий аэрокосмического комплекса; разработка и создание АСУТП для аэрокосмического комплекса;
- ➔ создание различных систем для аэрокосмического комплекса, таких как миниатюрные насосы для обеспечения работы гироскопов, специальные датчики давления для эксперимента на международной космической станции, комплекс оборудования по определению герметичности изделий и вакуумметры с приемкой ПЗ;
- ➔ разработка и изготовление вакуумных установок, вакуумных печей;
- ➔ создание комплекса технологического оборудования для производства СВЧ модулей перспективных приемно-передающих устройств на основе СВЧ монокристаллических интегральных схем (МИС) в диапазоне от 30 ГГц до 3 ТГц;



ФГУП «НИИВТ им. С. А. Векшинского»
Россия, Москва, 117105, Нагорный проезд, д.7,
тел. +7 495 280 71 20 / факс +7 499 123 74 26
www.niivt.ru

ФГУП «Научно-исследовательский институт вакуумной техники им. С. А. Векшинского»



- ➔ разработка и изготовление машин для производства новых строительных материалов на основе субмикронных порошков (пенобетон, силикатные футеровочные материалы, пеностекло);
- ➔ работы в области большой и малой энергетики и энергосбережения (энергосберегающие конденсаторы, энергосберегающее оборудование и арматура);
- ➔ создание оборудования и технологии получения термоэлектрических (ТЭ) материалов из микро- и нанопорошков для высокоэффективных твердотельных преобразователей энергии;
- ➔ Нанокompозитные материалы для техники, медицины и экологии;
- ➔ Оснащение высоковакуумных установок бюджетными откачными постами;
- ➔ Производство керамических и металлокерамических изделий.



ЗАО "ФЕРРИ ВАТТ" ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ВАКУУМНЫЕ УСТАНОВКИ



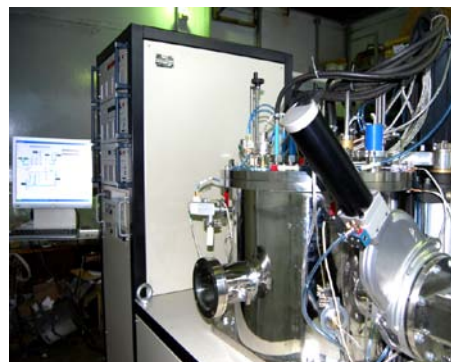
- установки нанесения покрытий
- образцовые поверочные установки
- установки выращивания кристаллов
- установки имитации условий космического пространства
- установки плазменной модификации материалов
- термо-вакуумные установки

Проектирование и изготовление оборудования в соответствии с потребностями заказчика, с учетом материала и геометрии обрабатываемых изделий

Автоматизированные системы управления

Вакуумные системы на основе современного оборудования, как отечественного, так и зарубежного производства

Тесное сотрудничество с ведущими отечественными специалистами в области вакуумной техники и технологии



**420087, г. Казань, ул. А. Кутуя, 159, Тел/факс: (843) 299-72-69, 273-15-85,
299-70-89, E-mail: info@magnetron.ru <http://www.magnetron.ru>**

Казанский национальный исследовательский технологический университет 9-11 апреля 2013г.

Шестая Российская студенческая научно-техническая конференция “Вакуумная техника и технология”

**ЗАО “ФЕРРИ ВАТТ”
ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
ВАКУУМНЫЕ УСТАНОВКИ**



**420087, г. Казань, ул. А. Кутуя, 159, Тел/факс: (843) 299-72-69, 273-15-85,
299-70-89, E-mail: info@magnetron.ru <http://www.magnetron.ru>**

Казанский национальный исследовательский технологический университет 9-11 апреля 2013г.

Пленарные доклады

**НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ-ЭНЦИКЛОПЕДИСТОВ
М.В. ЛОМОНОСОВА И Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА
И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ
ВАКУУМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ**

С.Б. Нестеров

ФГУП «НИИВТ им. С.А. Векшинского»

Москва, Нагорный проезд, д.7.

e-mail: sbnesterov@niivt.ru

Уже давно исследователи творчества двух русских ученых-энциклопедистов обратили внимание на то, что их научные биографии во многом похожи [1]. Действительно, оба они были, прежде всего, химиками, обоим интересовали характерные точки P-T диаграммы веществ (температура абсолютного нуля и критической точки), оба исследовали упругость газов, оба создавали различные приборы, оба интересовались строением атмосферы Земли и планет (Венеры и Луны). М.В.Ломоносов создал макет аэродромической машины для исследования параметров атмосферы, а Д.И.Менделеев совершил одиночный полет на водородном аэростате. Оба пытались понять, что такое мировой эфир.

М.В. Ломоносов – основатель отечественной вакуумной науки и техники.

В ноябре 2011 г. исполнилось 300 лет со дня рождения великого русского ученого М.В.Ломоносова (рис.1).

М.В.Ломоносов уделял большое внимание исследованиям в безвоздушном пространстве [2 - 4]. Ему принадлежат следующие слова: «После того как сделалось известным применение воздушного насоса, естественные науки получили огромное развитие, особенно в части, трактующей о природе воздуха».

Во время пребывания в Марбургском университете Ломоносов обучался у немецкого физика Христиана Вольфа, ученика Г.В.Лейбница. М.В.Ломоносов изучил курсы физики, философии, механики, гидравлики и так называемой «аэрометрии», т.е. опытов над воздухом. Уже в первой студенческой диссертации, отправленной в Петербург 4 октября 1738 г., Ломоносов ссылается на опыт Вольфа о том, что вода, из которой удален воздух с помощью воздушного насоса, замерзает быстрее, чем обычная вода.

В 1745 г. Ломоносов перевел с латинского на русский язык шестой раздел книги ученика Х.Вольфа Л.Ф.Тюммига, назвав его «Вольфианская экспериментальная физика». Значительная часть этой книги посвящена описанию воздушного насоса, придуманного Отто фон Герике, и усовершенствованного Робертом Бойлем с помощью Роберта Гука (рис.2), опытам в разреженном пространстве, а также описанию барометров и опытов над живыми существами в условиях разрежения.

Эта книга является первым отечественным учебником по вакуумной технике. Изданная в 1746 г. в 600 экземплярах, книга быстро разошлась. В 1747 г. Академия наук выпустила еще 600 экземпляров. В 1760 г. книга вышла вторым изданием. Тиражи книги сопоставимы с сегодняшними.

Ломоносов М.В. является основателем русской научной и технической терминологии. В предисловии к переводу «Вольфианской экспериментальной физики» Ломоносов пишет: «...принужден я был искать слов для наименования некоторых физических инструментов, действий и натуральных вещей, которые хотя сперва покажутся несколько странны, однако надеюсь, что они со временем чрез употребление знакомее будут». Именно Ломоносову мы обязаны такими понятиями, как «воздушный насос», «барометр», «атмосфера», «экспериментальная физика», «упругость», «удельный вес», «влажность» и многие другие.

Сохранились записи М.В.Ломоносова, свидетельствующие о планах проведения в условиях разрежения опытов над растворами солей, опытов по изучению плавления, кальцинации, реверберации, осаждения, сатурации, дигестии солей, а также опытов по изучению упругости воздуха.



Рис. 1. М.В. Ломоносов

В работах Ломоносова можно найти описание экспериментов по растворению медных монет в растворах кислот, подвергнутых откачке.

250 лет назад, 6 июня 1761 г. Ломоносов открыл наличие воздушной атмосферы Венеры. Его интересовала природа молнии, северного сияния, хвостов комет.

Ломоносов активно занимался созданием различных приборов – универсального барометра, морского барометра, аэродромической машины, устройства для определения центра тяготения, устройства для фильтрации под вакуумом.

Ломоносов описывает принцип работы поршневых насосов для подъема воды из шахт, устройства для закачивания воздуха в штольни.

В музее Ломоносова в здании Кунсткамеры хранятся четыре поршневых насоса, которые дают представление об уровне вакуумной техники того времени. Сохранилось описание предложений Ломоносова по усовершенствованию воздушного насоса.

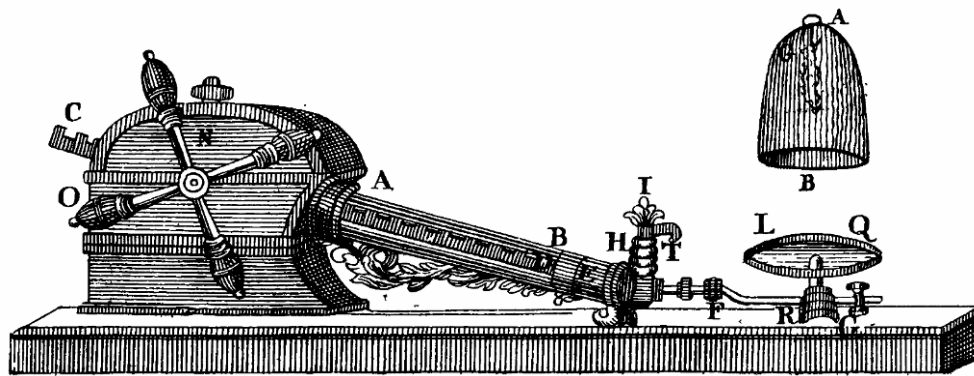


Рис. 2. Поршневой воздушный насос со стеклянным колпаком. Из книги «Вольфианская экспериментальная физика».

В работе «Опыт теории упругости воздуха» Ломоносов развил основные понятия молекулярно-кинетической теории. Работа «Размышления о причине теплоты и холода» посвящена его атомно-кинетической теории теплоты. Эти две работы стоят во главе «Обзора важнейших открытий, которыми постарался обогатить естественные науки Михайло Ломоносов».

Все это позволяет сделать вывод о том, что Михаил Васильевич Ломоносов несомненно является основателем отечественной вакуумной науки и техники.

Д.И. Менделеев - гениальный продолжатель традиций М.В. Ломоносова.

Д.И. Менделеев (рис. 3) был признан во всем мире, но в своем отечестве не был избран академиком. В этой работе мы ставим перед собой цель обозначить – что же сделал Д.И. Менделеев для современной вакуумной науки и техники, не обсуждая его выдающееся научное достижение – открытие периодического закона химических элементов – одного из основных законов физики и химии. Д.И. Менделеев заложил основы теории растворов и теории перегонки и разделения нефти, предложил вариант бездымного пороха.



Рис. 3. Портрет Д.И. Менделеева в мантии

Стремление найти температурную границу газообразного и жидкого состояния веществ привело к тому, что наступление на нее велось сразу с двух сторон.

Решающий вклад в нахождение такой граничной температуры и определение свойств вещества в ней внесли два исследователя – Д.И.Менделеев и Т.Эндрюс. Первый подошел к ней от жидкости, изучая ее испарение, второй – от пара, изучая его ожижение. Лучше всего об этом написал сам Менделеев в главном своем труде «Основы химии» [5]. Характерно, как скромно он пишет о себе и как тщательно отмечает заслуги других: «Каньяр де ла Тур, нагревая эфир в запаянной трубке около 190^0 , заметил, что при этой температуре жидкость сразу превращается в пар, занимающий прежний объем, т.е. имеющий плотность жидкости. Дальнейшие исследования Дриона, а также и мои, показали, что для всякой жидкости существует такая температура абсолютного кипения, ныне часто называемая критической температурой, выше которой жидкость не существует и превращается в газ». И далее: «... если в жидкости исчезает сцепление молекул, она становится газом, ибо между этими двумя состояниями нет, кроме сцепления, иного коренного различия. Преодолевая его, жидкость при испарении поглощает теплоту. Поэтому температура абсолютного кипения определена мной (1861 г.) как таковая, при которой: а) жидкость не существует и дает газ, не переходящий в жидкость, несмотря на увеличение давления, б) сцепление равно нулю и в) скрытая теплота испарения равна нулю.

Понятия эти мало распространялись, пока Эндрюс (1869 г.) не выяснил дело с другой стороны, именно, исходя из газов. Он нашел, что углекислый газ, при температурах, высших чем 31°C , не сгущается (т.е. не ожижается) ни при каких давлениях, при низких же температурах может сжижаться. Температуру эту он назвал критической. Очевидно, что она тождественна с температурой абсолютного кипения».

Если газ имеет температуру выше критической, никаким сжатием его ожижить в принципе нельзя. Остается только один путь – понижение температуры. В работе «Список моих сочинений» Д.И.Менделеев пишет: «...ценно преимущественно понятие – ныне общепринятое – об температуре абсолютного кипения, ныне называемой «критическою» температурою» [6].

Т. Эндрюс (1813-1885 г.г.) провел далее обширное исследование, заслуженно считающееся классическим, связанное со взаимными переходами газа и жидкости. Он показал, что чем ниже температура и давление (т.е. чем дальше вещество от критической температуры), тем больше теплота конденсации (и соответственно парообразования).

В книге «Основы химии» Д.И.Менделеев пишет: «Критическая температура (абсолютного кипения) для водорода и подобных ему (постоянных) газов лежит много ниже обыкновенной, т.е. что сжижение этого газа возможно лишь при низких температурах и больших давлениях, как выведено было мною в 1870 г.» [7]. «Этою статьею твердо установлено мною указание на необходимость сильного охлаждения для сжижения газов и некоторые мои права на современное понимание явления «т абсолютного кипения» или «критической» [6]». «Это заключение оправдалось (1877) в опытах Р.Пикте и Л.Кайете. Они прямо сдавливали сильно

охлажденные газы, а затем давали им расширяться, или прямо уменьшая давление, или выпускали на воздух, чрез что температура понижается еще более, и тогда подобно тому, как водяной пар при быстром разрежении осаждает жидкую воду в виде тумана, водород, расширяясь, дает туман, показывая тем переход в жидкое состояние.

Но первым исследователям (Р. Пикте и Л. Кайете) не удалось собрать эту жидкость даже на короткое время для определения свойств, несмотря на холод в -200° и давление около 200 атм., хотя этим приемом газы воздуха легко сжижаются. Это зависит от того, конечно, что температура абсолютного кипения водорода лежит ниже, чем для всех других известных газов, что находится в связи с наибольшею легкостью водорода. Дьюар, который в 1898 г. получил и изучил жидкий водород, действительно показал, что критическая температура этого газа лежит около -240° , т.е. при температуре, с трудом достигаемой даже при помощи других сжиженных газов, испаряя их под уменьшенным давлением. Дьюар достиг сжижения водорода, охладив его до -220° (в жидком кислороде при уменьшенном давлении такая низкая температура может получиться) и, сдавливая до 200 атм., а потом давал охлажденному и сжатому водороду быстро (при вытекании из отверстия) расширяться, чрез что достигается температура -252° , при которой жидкий водород кипит под обыкновенным атмосферным давлением (около 760 мм)» [5].

Работа Д.И.Менделеева «Об упругости газов» [8] имеет объем 23 печатных листа. К ней приложено 12 листов рисунков приборов и устройств, использованных для изучения упругости газов. В этой работе приведено «описание практических приемов, примененных для скрепления частей приборов, для герметического запора газов, для сушения приборов, для получения безвоздушного пространства и пр.»

Если считать «вольфианскую экспериментальную физику» в качестве первого переведенного М.В.Ломоносовым на русский язык учебника по вакуумной технике, то работа Д.И.Менделеева «Об упругости газов» является первым в истории отечественным учебником вакуумной техники.

12 сентября 1874 г. на заседании Химического общества Д.И.Менделеев сообщил общую формулу для газов, основанную на совокупности законов Мариотта, Гей-Люссака и Авогадро (Ампера – Герара) [9].

$$Y = \frac{M(C+T)}{PVA_i},$$

где М есть масса (вес в миллиграммах), Т – температура, Р – давление (в метрах ртутного столба), V – объем (в литрах), A_i – частичный вес ($H = 1$, для смесей находится средний частичный вес, например, для воздуха $A_i=28,836$), $C = \frac{1}{a}$ - величина почти постоянная, близкая к 273, наконец, Y есть величина также постоянная и близкая к 16000. Формула эта полнее и общее известной формулы $PV = K \cdot (C+T)$ Клапейрона и может иметь много применений при исследовании паров и газов. В некоторых случаях предшествующую формулу удобнее выразить:

$$M = \frac{PV}{62(273+T)} \cdot A_i,$$

где буквы имеют то же значение, только М выражено в килограммах.

В работе [6] Д.И.Менделеев отмечает: «Считаю эту формулу (мною данную) существенно важною в физико-химическом смысле...».

Д.И. Менделеев писал:

«Занимаясь вопросом о разреженных газах, я невольно вступил в область, близкую к метеорологии верхних слоев атмосферы, т.е. тех, где воздух разрежен сверх того, к тому же предмету привели меня исследования над применением барометров к определению высот. < >...в слоях атмосферы, удаленных от земли, должно искать то место, где образуется большинство метеорологических явлений земной поверхности. Особенный и преимущественный интерес при этом имеют сведения о температуре разных слоев атмосферы» [10]. Ученого глубоко интересовал вопрос о наличии атмосферы Луны.

7 (19) августа 1887 г. Д.И.Менделеев осуществил полет на военном водородном аэростате из города Клина во время полного солнечного затмения (рис. 4).

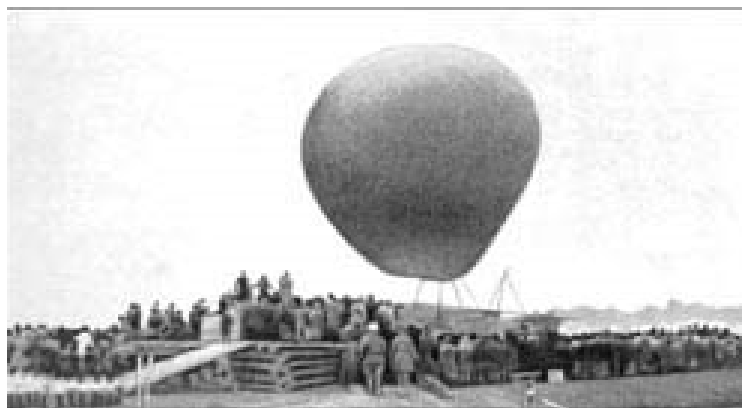


Рис. 4. Военный водородный аэростат «Русский». г. Клин. 7 (19) августа 1887 г.

Д.И.Менделеев наблюдал «темный диск луны, окруженный короной в виде светлого серебристого кольца, ширина которого была в разных местах неодинакова, но нигде не достигала величины радиуса диска». Максимальная высота подъема составила около 3,5 км. Общее расстояние – более 100 км. Выполнены наблюдения давления и температуры на разных стадиях полета [11].

Д.И.Менделеев писал: «Это одно из примечательных приключений моей жизни»[5].

Д.И.Менделеев предположил, что «мировой эфир» - это специфическое состояние газов или конкретный газ, отвечающий за передачу света, тепла, гравитации в мировом пространстве. Этот газ Менделеев предполагал назвать Ньютонием в честь И.Ньютона [12]. Ньютоний должен быть: «во-первых, наилегчайшим из всех элементов как по плотности, так и по атомному весу, во-вторых, наибыстрее движущимся газом, в-третьих, наименее способным к образованию с какими-либо другими атомами или частицами определенных

Казанский национальный исследовательский технологический университет 9-11 апреля 2013г.

сколько-либо прочных соединений и, в-четвертых, - элементом, всюду распространенным и все проникающим, как мировой эфир».

Д.И. Менделеев при разработке приборов и создании технологий руководствовался следующим принципом: «Если без науки не может быть современной промышленности, то без нее [промышленности] не может быть и современной науки» [13].

Он пишет: «...мастика, ртутный насос без кранов, новый способ изготовления барометров, дифференциальный барометр, а особенно его применение для нивелирования, способов калибрования трубок, опыты над сопротивлением трубок разрыву, новое устройство катетометров и способ наблюдения ими могут быть полезны в техническом отношении, потому что техника все более и более сближается с практикой опытных наук и лабораторные приемы ныне очень часто целиком переходят в заводские и вообще технические» [8].

На рис. 5 приведены чертежи водяного и ртутного насосов Д.И. Менделеева. На рис. 6 приведен дифференциальный барометр Д.И. Менделеева.

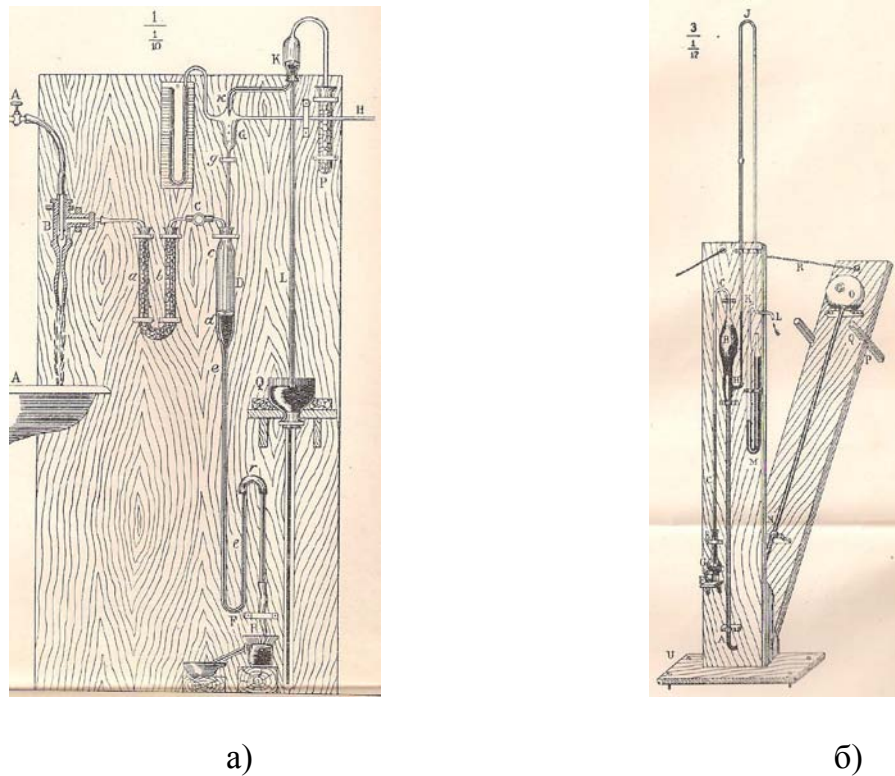


Рис. 5. Водяной (а) и ртутный (б) насосы

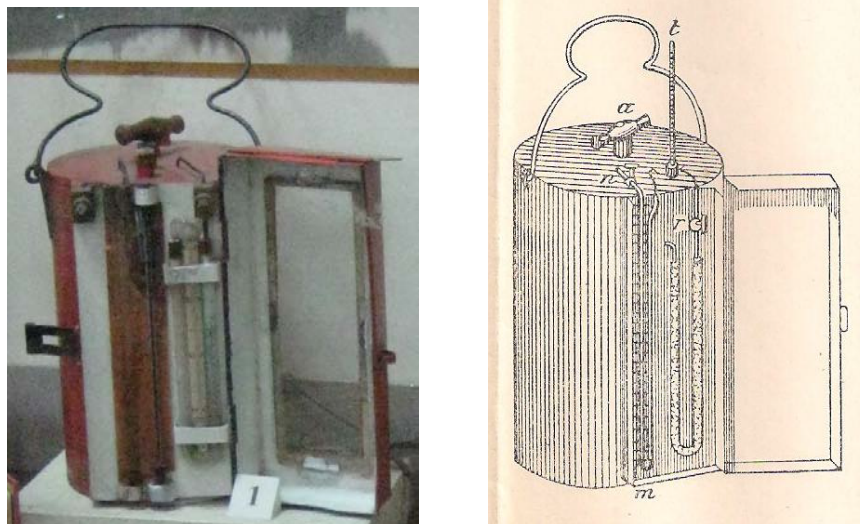


Рис. 6. Дифференциальный барометр Д.И. Менделеева.

Д.И.Менделеев внес неоценимый вклад в развитие метрологической науки в нашей стране. Он был продолжателем М.В.Ломоносова, который писал, что необходимо «испытывать все, что только можно измерять, взвешивать и определять вычислением». Уже в начале своей научной деятельности в 1859-1861 г.г. Дмитрий Иванович изготавливает самостоятельно научные приборы с целью производства наиболее точных измерений. В период работы в Главной палате мер и весов Менделеев постарался поставить метрологическое дело на научную основу.

В контексте данной работы необходимо отметить статью «О весе литра воздуха» [14], работу по наблюдению колебаний весов в разреженном воздухе и водороде [15], письмо об утверждении временных правил для измерения давления [16], письмо по вопросу единицы давления [17].

Еще при жизни Д.И.Менделеева считали гением. В ответ он говорил: «Какой там гений! Трудился всю жизнь, вот и стал гением». Есть известное выражение о том, что талант может попасть в цель, а гений знает, где эта цель. Сегодня, по прошествии более ста лет с того времени, когда жил и творил Д.И.Менделеев, ясно, что этот Человек знал, где цель.

Современное состояние отечественной вакуумной науки и техники

Бурное развитие вакуумной техники в СССР в послевоенные годы определялось работами в следующих направлениях: атомный проект, освоение космоса, электроника, электрофизическое аппаратостроение. В результате сложилась уникальная исследовательская, проектно-конструкторская и производственная база вакуумной техники. Были решены серьезные метрологические задачи в этой области, производство вакуумной техники было сосредоточено на нескольких специализированных заводах, что позволило обеспечить высокий технический уровень выпускаемого оборудования. Все эти шаги привели к формированию в стране уникальных научных школ в области исследования вакуума, которые успешно работают и в настоящее время.

Казанский национальный исследовательский технологический университет 9-11 апреля 2013г.