

УНИКАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА «СУХОГО ЛЬДА»

Коншу А.С.

г. Омск, БОУ СОШ № 7, 22 класс

Научный руководитель: Захарова О.М., учитель начальных классов, г. Омск, БОУ СОШ № 7

Актуальность темы исследования. Летом я часто хожу на работу к моей маме, она работает врачом в больнице. Однажды я увидела, как мама отправляет в другую страну в контейнере со льдом лекарственные препараты и пробирки с анализами. «Внутри контейнера находится лед?» – поинтересовалась я. «Да, но это не обычный лед, а сухой! Благодаря ему лекарства и анализы придут в место назначения и не испортятся» – ответила мама.

У меня сразу возникло множество вопросов, почему этот лед называется «сухим», откуда он берется, чем отличается от обычного льда, какими свойствами обладает и где еще его можно использовать? Поэтому я решила изучить литературу об этом веществе, провести опрос знаний о «сухом льде» среди ребят своего класса, а также поэкспериментировать с ним в домашних условиях.

Как известно вода имеет три состояния и одним из них является обычный лед, получить который даже в домашних условиях не составляет труда. Достаточно охладить воду до температуры, близкой к 0 °С, предварительно взяв любую формочку. В то же время, далеко не каждому известно, что лед может быть представлен в различных формах. Наиболее популярен в настоящее время «сухой лед», так как главным его преимуществом перед обычным льдом является выделение колоссального количества холода. Это и многие другие свойства «сухого льда» массово используются в различных отраслях и в быту, что подтверждает актуальность данного исследования.

Предмет исследования: «сухой лёд».

Гипотеза: При помещении «сухого льда» в различные среды наблюдаются явления, обусловленные его уникальными свойствами.

Цель исследования – изучить и экспериментально продемонстрировать уникальные свойства «сухого льда».

Задачи исследования:

1. Изучить литературу о «сухом льде» и его свойствах;
2. Узнать области применения «сухого льда», технологию его производства и хранения;
3. Провести опрос знаний о «сухом льде» среди учеников своего класса;

4. Выявить сходства и отличия «сухого льда» от обычного льда;

5. Экспериментально изучить свойства «сухого льда» в домашних условиях.

Научная новизна: Получены новые знания о свойствах «сухого льда». Экспериментальным путём выявлено уникальное свойство «сухого льда» – переход из твердого в газообразное состояние минуя жидкую фазу (сублимация). Выявлены принципиальные отличия между «сухим» и обычным льдом, которые обусловлены различным строением и свойствами этих веществ.

Практическое применение: Полученные результаты могут быть использованы на уроках по окружающему миру при изучении свойств веществ (твердое, газообразное, жидкое) и внеклассных мероприятиях. Практические опыты можно применять как практическое пособие в различных целях (обучающих, бытовых).

Положения, выносимые на защиту:

1. «Сухой лед» – это углекислый газ в твердом состоянии, обладающий уникальными свойствами;

2. «Сухой лед» – широко используемое вещество, как в промышленности, так и в повседневной жизни;

3. «Сухой лед» и обычный лед – это различные вещества.

Методика исследования. Эксперименты с «сухим льдом» проводились в домашней лаборатории с соблюдением мер предосторожности, под контролем родителей.

В работе использовались следующие методы:

1. Сбора информации;
2. Анализа и статистической обработки собранной информации;
3. Проведения научных экспериментов;
4. Сравнения и обобщения полученных результатов.

Практическая значимость: получение и расширение знаний о «сухом льде», процессе его изготовления, сферах применения, изучение его свойств с помощью экспериментов в домашних условиях.

Данная научно-исследовательская работа нацеливает исследователя к самостоятельности, формирует интерес к научной деятельности, умению работать с дополнительной литературой, развивает исследова-

тельские навыки, позволяет мыслить, рассуждать, делать выводы.

Обзор литературы

Определение и свойства «сухого льда»

«Сухой лед» – это углекислый газ в твердом состоянии, он именуется также диоксидом углерода. Формула вещества – CO_2 . Это стерильное, твердое, не токсичное, очень холодное вещество белого цвета без запаха и вкуса. Он не горит и не проводит ток. По внешнему виду «сухой лед» напоминает обыкновенный лёд. Свое название он получил за главную физическую особенность: под влиянием высокой температуры «сухой лед» минуя жидкое состояние, сразу превращается в газ – это называется сублимацией. Холодящее действие «сухого льда» гораздо сильнее, чем у льда обыкновенного. Один килограмм «сухого льда» может заменить 15 килограмм льда из воды, а испаряется он в 5 раз медленнее, чем тает обыкновенный лед. Температура замерзания «сухого льда» -79°C , молекулярный вес 44,01, плотность 1560 кг/м^3 . Он в полтора раза тяжелее воздуха и воды, хорошо растворяется в жидкостях [5].

История изобретения

Впервые «сухой лед» изобрел во Франции химик Адриен-Жан-Пьер Тилори в 1834 году. В своих экспериментах ученый заметил, что при открытии крышки сосуда с жидкой углекислотой, она быстро испарялась, а в сосуде оставалось вещество, похожее на снег – это был углекислый газ в твердом состоянии. В 1835 году он опубликовал первый отчет о данном веществе. В промышленности «сухой лед» начали использовать только спустя 50 лет для производства газированных напитков. В 1924 году, Томас Слейт получил первый патент на продажу «сухого льда» в США, и стал первым, кто превратил производство «сухого льда» в целую индустрию. В 1925 году этот продукт был зарегистрирован под торговой маркой «Dry ice» (в переводе с английского «сухой лед») компанией «Dry Ice Corporation of America». В этом же году компания начала продавать «сухой лед», продвигая его как отличное средство для заморозки и охлаждения. В 1940 году научились производить жидкий углекислый газ.

Совсем недавно на Марсе были обнаружены плотные облака из «сухого льда», которые создают тень на планете. Обнаружена и первая марсианская река из «сухого льда». В ходе анализа данных, полученных автоматическими космическими станциями, было выявлено, что марсианской весной потоки

несутся по каньонам, заполненным льдом и снегом из углекислого газа при температуре -130°C . Вода не может течь в таких условиях, так что, скорее всего, в марсианских каньонах течет «сухой лед». Это значимое открытие может развеять все иллюзии относительно наличия жизни на Марсе [4]. Ведь без воды в жидком состоянии жизни быть не может!

Производство «сухого льда»

Промышленный способ получения «сухого льда» был разработан в 1923 году. Производится «сухой лед» на огромных углекислых установках из газообразного или жидкого углекислого газа. При резком снижении давления из углекислого газа образуется рыхлый снег. Затем этот снег прессуется под давлением 30-50 атмосфер и получается «сухой лед». Современные установки выпускают «сухой лед» в виде крошки, гранул и брикетов.

Применение «сухого льда»

«Сухой лед» пользуется большой популярностью в медицине. Его используют при транспортировке донорской крови, трансплантатов, а также медицинских препаратов. Кроме того, «сухой лед» иногда используется для удаления бородавок, папиллом, сухих мозолей, а также в сфере ритуальных услуг. В настоящее время широко распространение получила очистка поверхностей «сухим льдом» (криогенный бластинг). При помощи «сухого льда» загрязнения мгновенно охлаждаются до -79°C , становятся хрупкими и легко удаляются. Данный метод не имеет аналогов, поскольку во время чистки не остается никаких следов и отходов [1]. Для реализации такого метода используется установка, с помощью которой производят очистку различных видов пресс-форм, штампов, применяемых для производства резиновых, пластиковых, металлических изделий. В полиграфии таким методом очищают полиграфические машины, детали копиров и принтеров без их разбора. В энергетике очищают электрооборудование без отключения электричества. В строительстве – фасады домов, стен, полов, потолков, а также памятники. В судоремонтных и судостроительных предприятиях «сухой лед» применяется для очистки винтов и корпусов судов, на железной дороге – для очистки цистерн от битума и нефтяных загрязнений, очистки колесных пар и других узлов подвижного состава. В Новосибирском электровозоремонтном заводе недавно была внедрена первая в России установка гранулированной очистки льдом «УГОЛ-1». Пер-

вую и единственную установку для очистки тяговых двигателей и деталей топливной аппаратуры при помощи «сухого льда» разработали специалисты омского Научно-исследовательского института технологии, контроля и диагностики. Эту установку активно используют в Иртышском речном пароходстве и заводе «Газпром-нефть» города Омск [2]. Очистка «сухим льдом» справляется со всеми типами загрязнений, которые только могут встречаться в салоне автомобиля. Поскольку в автомобиле находится большое количество электроники, то использование любой жидкости может привести к короткому замыканию и поломке дорогостоящего устройства. В связи с тем, что гранулы «сухого льда» в процессе сублимации сразу же переходят в газообразное состояние, минуя жидкое, нет опасности короткого замыкания, и необходимости последующей сушки [3]. «Сухой лед» часто используют в скотоводстве для клеймления животных. Для удаления горючих паров и газов из резервуаров хранения, используемых в различных областях промышленности, «сухой лед» просто незаменим, поскольку в процессе сублимации гранулы «сухого льда» переходят в газообразное состояние и устремляются к выходному отверстию резервуаров, унося с собой горючие газы. Свойство «сухого льда» выделять за короткое время большое количество холода применяется на сборочных производствах для соединения или разбора плотно соединенных друг с другом деталей. Металлы в процессе охлаждения сжимаются, в результате уменьшается размер изготовленной из них детали, что дает возможность установить ее на нужное место. По мере нагревания деталь снова расширяется, обеспечивая тем самым высокую надежность соединения. В химической промышленности «сухой лед» выполняет функцию ингибитора, то есть вещества, замедляющего протекание некоторых химических реакций. С помощью «сухого льда» охлаждают компьютерные процессоры. По специальной технологии углекислый газ можно сжимать и наполнить им баллоны, которые предназначены для тушения горючих жидкостей, двигателей и сооружений, находящихся под напряжением. Дело в том, что CO_2 не электропроводен, попадая в воздух, он уменьшает концентрацию кислорода, и пожар прекращается. Часто подробленный «сухой лед» применяют для борьбы с грызунами на производстве, где нельзя использовать химические порошки. «Сухой лед» используют для устранения насекомых в закрытых контейнерах, где хранятся зерновые продукты. «Сухой лед» замедляет рост дрожжевых

бактерий, что нашло широкое применение в хлебопекарной промышленности. «Сухим льдом» удобряют почву, способствуя увеличению урожая. Гранулы «сухого льда» используются в пищевой промышленности для охлаждения пищевых продуктов при их транспортировке и хранении. Например, «сухой лед» в самолетах попросту незаменим, так как позволяет охлаждать продукты питания. Часто его используют в уличных передвижных ларьках с мороженым. «Сухой лед» имеет замораживающую способность, многократно превышающую замораживающую способность водяного льда, это свойство используется для заморозки мясной, рыбной и плодово-ягодной продукции. Поскольку процесс происходит очень быстро, то в продуктах сохраняется больше полезных веществ, и сохраняется их внутренняя структура.

«Сухой лед» обозначается кодом E290 и используется как консервант в пищевой промышленности. Он продлевает срок годности продуктов питания. С помощью CO_2 газифицируют напитки: шампанское, лимонад, минеральную воду и т.д. Это вещество охотно закупают такие крупные компании, как «Кока-Кола». «Сухой лед» способен исправить вмятины на капоте автомобиля.

В научно-исследовательских работах «сухой лед» применяется для получения низких температур (-79°C). Ученые из университета Флоренции на основе «сухого льда» открыли сверхпрочное стекло для защиты электронных устройств. С помощью «сухого льда» можно даже менять погоду. Если при ясном небе быстро сбросить «сухой лед» в восходящие потоки воздуха, то через некоторое время появятся облака.

В сфере развлечений «сухой лед» используется для образования безвредного сценического дыма при проведении концертов, спектаклей, фотосессий. Его можно получить, поместив вещество в специальную дымовую машину (генератор тумана). В состав этого генератора входят емкость с сухим льдом и емкость с подогреваемой водой. При быстром нагревании «сухого льда» его испарения создают плотный туман, который охлаждает окружающий воздух. На основе «сухого льда» создается большое количество коктейлей, которые отличаются оригинальной подачей.

Практическая часть исследования

Собственные наблюдения и опыты с «сухим льдом»

Изучив в литературных источниках информацию о «сухом льде», я решила проверить экспериментальным путем его свойства.

При проведении наблюдений и экспериментов с «сухим льдом» я заметила следующие явления и попыталась их объяснить:

Эксперимент № 1

При работе с «сухим льдом» я обнаружила, что его можно трогать сухими руками без защитных перчаток, но только всего несколько секунд. Чтобы не получить ожог, я одела перчатки, взяла несколько гранул «сухого льда» и осмотрела их при дневном свете – они были белого цвета. Я сделала вывод, что «сухой лед» – это вещество белого цвета (рис. 1).



Рис. 1

Эксперимент № 2

Я поднесла «сухой лед» к носу на расстоянии около 10 сантиметров, чтобы почувствовать его запах. Но, не уловив его, сделала вывод, что это вещество без запаха.

Эксперимент № 3

Я погрузила «сухой лед» в стакан с водой – он начал тонуть. Я сделала вывод, что «сухой лед» тяжелее воды.

Эксперимент № 4

Я положила «сухой лед» на салфетку и проследила за ним. Он моментально начал испаряться с образованием холодного белого пара (дыма), не оставляя на салфетке мокрого пятна. Таким образом, я наблюдала уникальное свойство «сухого льда», которое в науке называется сублимацией, то есть способностью вещества моментально переходить в газообразное состояние, минуя жидкое (рис. 2).



Рис. 2

Эксперимент № 5

Чтобы проверить, горючее ли вещество «сухой лед», я поместила в стакан «сухой лед», зажгла спичку и опустила в стакан. Огонь моментально погас. Это объясняется тем, что «сухой лед» быстро испаряется и заполняет большую часть стакана тяжелым углекислым газом. Вытеснение кислорода не позволяет огню гореть дальше. Поэтому я сделала вывод, что «сухой лед» – не горит и не поддерживает горение.

Эксперимент № 6

Я взяла несколько кусочков «сухого льда» положила в бутылку с водой, закрыла крышкой и взболтала. Вода забурлила, лед полностью растворился, и получилась газированная вода. Эффект бурления вызван переходом «сухого льда» из твердого состояния в газообразное. А образующиеся в воде пузырьки – это углекислый газ, он то и сделал напиток газированным. Я попробовала полученную газированную воду на вкус – он остался прежним. Следовательно, я сделала вывод, что «сухой лед» не имеет вкуса. С помощью «сухого льда» я также приготовила бурлящий газированный коктейль (рис. 3).



Рис. 3

Эксперимент № 7

С помощью «сухого льда» я смогла надуть воздушный шарик. Несколько гранул «сухого льда» я поместила в шарик и наблюдала за тем, как шарик самостоятельно надулся. Это явление обусловлено переходом при испарении «сухого льда» в углекислый газ, который и раздувает шарик. Таким образом, я еще раз убедилась, что «сухой лед» – это углекислый газ в твердом состоянии (рис. 4).



Рис. 4

Эксперимент № 8

Я поместила монетку в прорезь на куске «сухого льда», она начала приподниматься и издавать звук, похожий на писк или дребезжание. Дребезжание монеты обусловлено тем, что при контакте с «сухим льдом», из-за сублимации на поверхности льда возникает газовая подушка из углекислого газа, которая приподнимает монету, вызывая ее дребезжание.

Эксперимент № 9

Я положила «сухой лёд» на металлический поднос. Он запрыгал и стал быстро кататься по подносу. Мы с мамой сделали разметку на этом подносе и сыграли в аэро-хоккей. Это явление объясняется тем, что в связи с возникновением на поверхности «сухого льда» газовой подушки он легко скользит по алюминиевой пластине.

Эксперимент № 10

При помощи «сухого льда» я самостоятельно сделала туман. Для этого я бросила «сухой лёд» в теплую воду – возник белый прохладный пар, вода забурлила. Наблюдался эффект, визуально похожий на кипение воды. Этот эффект обусловлен сублима-

цией «сухого льда». При контакте с водой сублимация (испарение) «сухого льда» происходит интенсивнее, чем на воздухе. Образующийся газ поднимается в виде пузырьков на поверхность воды. Поскольку газ очень холодный, он конденсирует находящийся в воздухе водяной пар, который и наблюдается в виде тумана. Чем горячее я добавляла воду, тем пар становился гуще. Плотный, холодный, белый туман из углекислого газа тяжелее воздуха, поэтому он спускается вниз и держится пеленой у поверхности. Я сделала вывод, что углекислый газ, из которого состоит «сухой лёд» тяжелее воздуха, а образующийся в результате сублимации прохладный туман, придает мистичности «сухому льду» (рис. 5).



Рис. 5

Эксперимент № 11

В чашку с теплой водой я добавила «сухой лёд» и жидкое мыло. На поверхности воды появилось множество мыльных пузырьков. А еще я получила мыльные пузыри, вставив трубочку в бутылку с водой и «сухим льдом», а другой конец трубки, поместив в мыльный раствор. Поскольку эти мыльные пузыри имеют низкую температуру и быстро замерзают, мне даже удалось непродолжительное время подержать мыльные пузыри на поверхности и в руках. Затем они лопнули, и из них вылетел белый пар (рис. 6).



Рис. 6

Эксперимент № 12

Я решила проверить замораживающую способность «сухого льда». Для этого в емкость с «сухим льдом» добавила этиловый спирт и положила свежесрезанный цветок хризантемы, через несколько секунд я убрала цветок. Он застыл и стал настолько твердым, что я смогла его разбить только с помощью молотка. Это объясняется тем, что «сухой лед» имеет температуру минус 79 °С и замораживающую способность, многократно превышающую замораживающую способность водяного льда, что используется для заморозки продуктов. Таким образом, я выявила еще одно уникальное свойство «сухого льда» – способность выделять за короткое время большое количество холода (рис. 7).

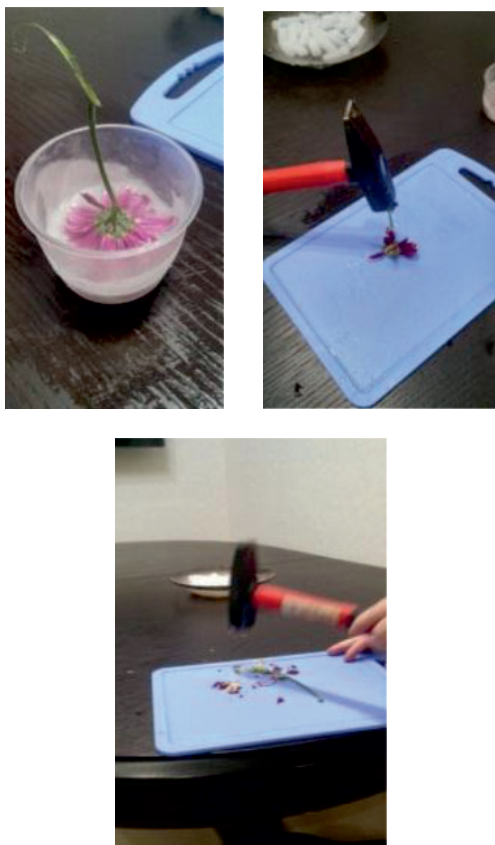


Рис. 7

Опрос знаний учащихся моего класса о «сухом льде»

Я решила проверить, знают ли мои одноклассники о таком веществе, как «сухой лед»? Для этого я составила анкету со следующими вопросами:

1. Знаете ли вы, что такое «сухой» лед?
2. Знаете ли вы, чем отличается «сухой» лед от обычного льда?

3. Как вы думаете, «сухой» лед опасен для человека?

Таким образом, с помощью анкетирования выяснено, что только 8 (27%) моих одноклассников знают, что такое «сухой лед» (рис. 8).

Знаете ли вы что такое «сухой лед»?

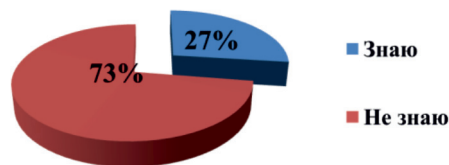


Рис. 8

Всего 6 (20%) ребят знают, чем отличается «сухой лед» от обычного льда (рис. 9).

Чем отличается «сухой лед» от обычного льда?

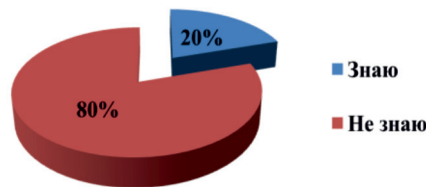


Рис. 9

Отличия «сухого льда» от обычного льда

«Сухой лед» по своему внешнему облику очень похож на обычный лед (отсюда и название). Они оба не имеют запаха и вкуса. Однако это принципиально разные вещества с разными свойствами.

1. «Сухой лед» – это углекислый газ в твердом состоянии, а обычный лед – это вода в твердом состоянии. В этом я убедилась, проведя следующий эксперимент, положив на одну салфетку кусочек «сухого льда», а на другую – обычного. Салфетка под обычным льдом стала мокнуть, поскольку лед тает с образованием воды. «Сухой лед» стал покрываться паром, и салфетка под ним не намочилась, потому что «сухой лед» не тает, а испаряется, сразу переходя в углекислый газ. Испаряется «сухой лед» в 5 раз медленнее, чем тает обыкновенный лед (рис. 10).

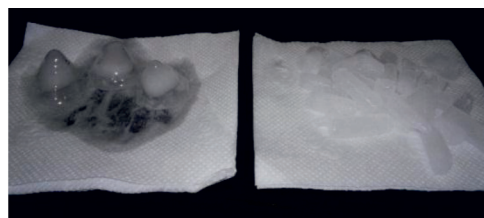


Рис. 10

2. По внешнему виду они тоже отличаются: «сухой лед» белого цвета, а обычный лед – прозрачный.

3. Плотность этих веществ различна: обычный лед легче воды, а «сухой лед» – тяжелее воды. Я взяла два стакана, налила в них воды. В первый стакан я бросила кусочек «сухого льда», а во второй – обычного льда. «Сухой лед» утонул, поскольку его плотность больше, чем плотность воды, а обычный лед всплыл на поверхность воды, так как его плотность меньше, чем плотность воды (рис. 11).



Рис. 11

4. Обычный лед поддерживает горение, так как оно происходит с помощью кислорода, который входит в состав молекулы воды. В этом можно легко убедиться, если поместить обычный лед в емкость и зажечь в ней, например, свечу, то она будет продолжать гореть. А вот «сухой лед» не горюч, поэтому в емкости с ним пламя свечи моментально погаснет. Это объясняется тем, что «сухой лед» состоит из углекислого газа, который не поддерживает горение.

5. Температура замерзания обычного льда 0°C , а «сухого льда» -79°C , поэтому обычный лед можно держать в руках длительное время, а вот с «сухим льдом» нужно работать в перчатках, чтобы не получить обморожение пальцев. Холодящее действие «сухого льда» гораздо сильнее, чем у льда обыкновенного, ведь один килограмм «сухого льда» может заменить пятнадцать килограммов льда из воды. Таким образом, «сухой лед» и обычный лед – это совершенно разные вещества с различными свойствами.

Выводы

На основании изученной литературы и проведенных экспериментов я сделала следующие выводы:

1. «Сухой лед» – углекислый газ в твердом виде, белого цвета, без запаха и вкуса. Он тяжелее воды и не поддерживает горение;

2. «Сухой лед» имеет уникальное свойство – сублимацию, то есть переход из твердого состояния сразу в газообразное, минуя жидкое;

3. «Сухой лёд» имеет очень широкую область применения;

4. «Сухой лед» и обычный лед – это разные вещества.

Заключение

Предметом моего исследования был «сухой лед». В данной работе я подробно изучила его свойства, структуру, технологию изготовления, области применения, оценила пользу и вред от его применения, выявила отличия от обычного льда. При помощи экспериментов я выявила, что «сухой лед» – углекислый газ в твердом состоянии без цвета, запаха, вкуса. Он не горюч, тяжелее воды, замерзает при температуре -79°C . Я доказала, что если помещать «сухой лёд» в различные среды, то можно наблюдать уникальные свойства, которые обусловлены особенностями его строения – при таянии сразу превращается в пар минуя состояние жидкости. Я постаралась доказать актуальность применения данного вещества и пользу его применения в различных сферах деятельности человека. Отрасли, в которых используется «сухой лед» обширнее и разнообразнее, чем кажется на первый взгляд. Хозяйкам он необходим на кухне, артистам – на сцене, инженерам – на предприятиях, врачам – в клиниках и т.д. С каждым годом возникает все больше областей для применения «сухого льда», и в перспективе перечень его использования будет только возрастать.

Таким образом, в результате моего исследования подтвердилась гипотеза о том, что «сухой лед» – это вещество с уникальными свойствами.

Список литературы

1. Дроздов И.М. Очистка деталей механизмов и машин от загрязнений гранулами сухого льда [Текст] / И.М. Дроздов // Теоретические знания в практические дела : сб. науч. тр. – Омск : Рос. заоч. ин-т. текстил. и легк. пром., 2008. – С. 57-59.
2. Орлов В.А., Нечитаева В.А., Богомолова И.О., Шайхетдинова Ю.А., Даминова Ю.Ф. Эффективные методы прочистки трубопроводов. Журнал «Вестник МГСУ», Выпуск № 1 / 2014
3. Шахов В.Г., Чижма С.Н., Дроздов И.М. Анализ физических явлений, происходящих при очистке поверхностей по технологии «сухой лед». Журнал Омский научный вестник, Выпуск № 2 (80) / 2009
4. <http://www.ntpo.com> – независимый научно – технический портал
5. <http://kriotreyd.pulscen.ru>