

## ЛОКАЛЬНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ СНЕГА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА

Справка о перспективах

В настоящее время известные промышленные способы утилизации твёрдых осадков в зимнее время в городах сопровождаются следующими фактами:

- наличие большого парка снегоуборочных машин сезонного применения;
- необходимость привлекать много грузовой техники для перевозки снега к местам централизованного сбора и утилизации;
- загрязнение атмосферы продуктами сгорания топлива;
- сброс и сток неочищенных вод в фекальную и ливневую канализации;
- большой расход жидкого топлива или газа;
- потребность в значительных площадях под места централизованного сбора и утилизации снега, оборудование и парковку специальных машин;
- наличие на улицах сугробов и отвалов не вывезенного снега;
- сужение проездов для машин и пешеходных проходов и проч.

Техническое решение проблемы состоит в отказе от полного или частичного вывоза снега в места централизованного сбора, утилизации и переходе на плавление его прямо на месте локального сбора. То есть необходимо большую и тяжело решаемую проблему раздробить на множество мелких, решаемых легко и просто.

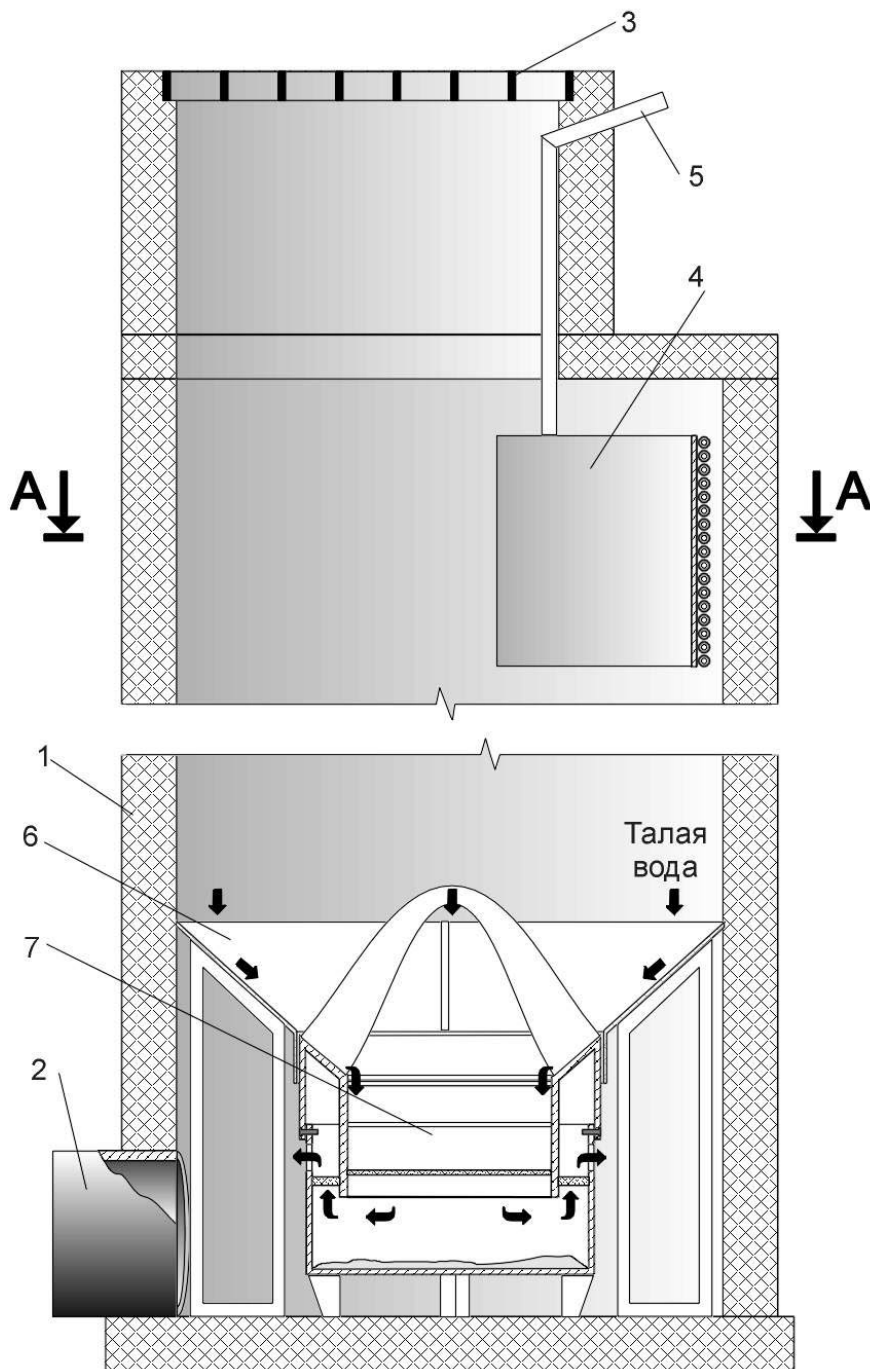
Тут следует пояснить предпосылки для подобного решения проблемы снега в городах. Машины централизованной утилизации снега предназначены для плавления больших масс снега в короткий промежуток времени (тонна/минуты). Для этого требуются ресурсы с большим выделением тепла в единицу времени, высокой интенсивностью сгорания. Такие как нефтепродукты, газ. Они позволяют получить наиболее активный разогрев снежной массы. Электрический нагрев такими свойствами не обладает. Он более пассивен.

Однако если применить на локальных местах сбора снега большое множество мелких, менее активных в выделении тепла устройств с низкой скоростью переработки, но с большим резервом времени на плавление (тонна/часы и сутки), то суммарный эффект может оказаться эквивалентным или даже более высоким, чем при централизованной переработке. Потребность в вывозе снега и складировании его в сугробы, отвалы отпадает. Но локальный способ утилизации снега должен быть прост по методике, а конструкции достаточно дешёвы в производстве, эксплуатации и обращение с ними не должно требовать специальной квалификации.

Такими свойствами может обладать, например, такая конструкция, как изображённая на фигурах 1-2 или ей подобная, располагаемая в колодце ливневой или фекальной канализации. В систему входит, собственно, сам колодец 1, сток 2, загрузочная решётка дробления снега 3, тепловой электрический элемент 4 с каналом подвода энергии 5. На дне колодца установлен загрузочный бункер 6 со сменным модулем (узлом) фильтрации 7.

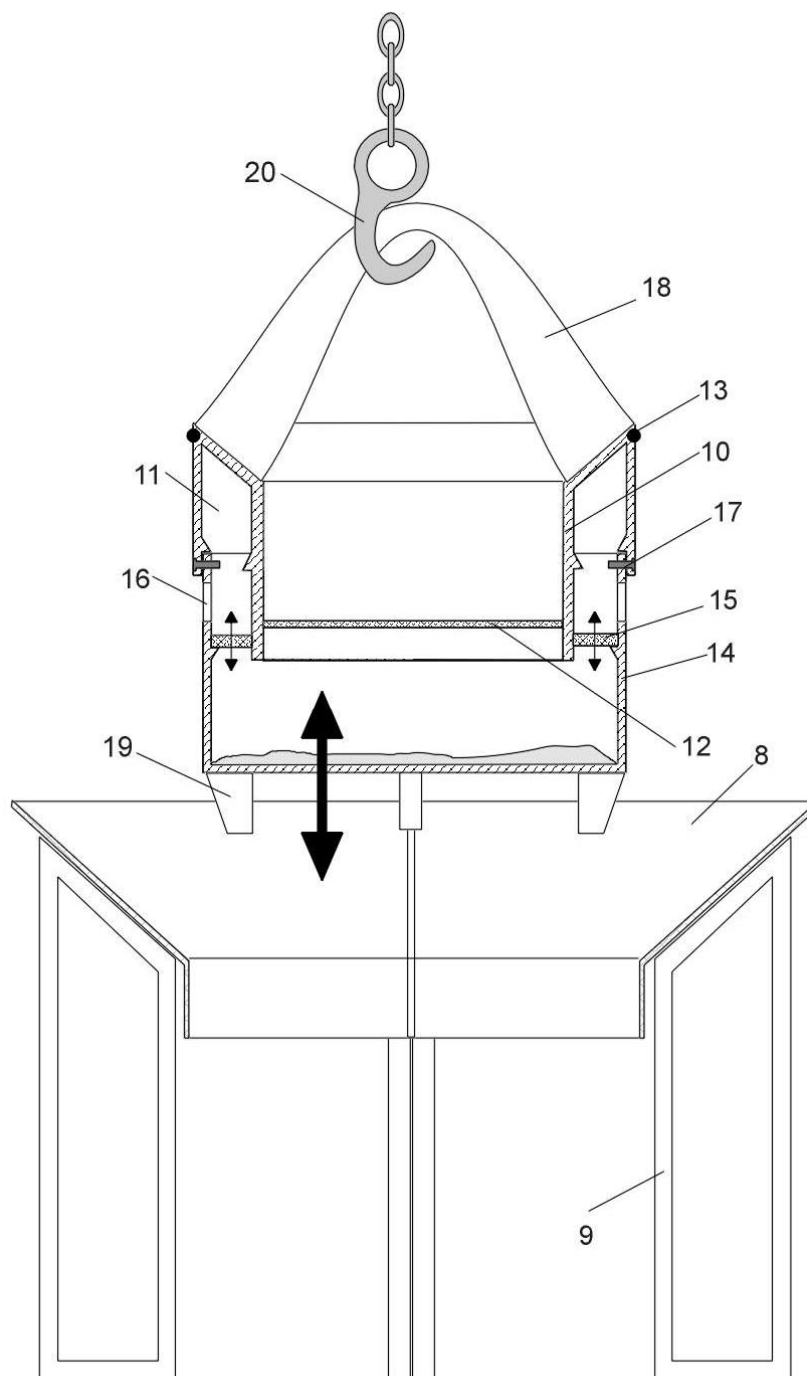
Загрузочный сборный бункер состоит из конусного приёмника 8, состоящего из сборных секций с размерами, позволяющими проходить в горловину люка и сборных

секций рамы 9.



Фиг. 1

Модуль фильтрации разъёмный и состоит из воронки 10 с воздушными пазухами 11, сетки задержки мусора 12, кольцевого уплотнителя 13, поддона 14 со скользящим фильтром грубой или тонкой очистки 15, отверстиями перелива очищенной воды 16, фиксаторами воронки и поддона в собранном состоянии 17, дугообразного рыма 18 для подъёма или установки модуля фильтрации на место, опор 19. Для установки/извлечения модуля фильтрации необходимо иметь грузозахватное приспособление 20 на цепи, верёвке или багор по глубине колодца.



Фиг. 2

### Особенности конструкции

Описанная система или подобные ей могут реализовываться в колодцах ливневой и фекальной канализации любой глубины, достаточной для загрузки существенного количества снега. Проблема нагрева колодцев на локальных территориях может быть удовлетворительно решена применением нагревательного кабеля для теплового элемента с фиксированной или регулируемой температурой нагрева. На рисунках пример типичного, бетонного городского колодца.

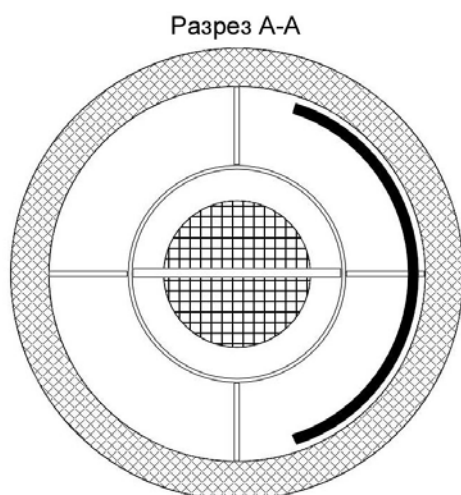
Система работает следующим образом. С колодца с предустановленными загрузочным бункером 6 и тепловым элементом 4 снимается штатная крышка. Грузозахватным приспособлением 20 зацепляется модуль фильтрации 7 за рым 18 и модуль опускается в колодец внутрь загрузочного бункера. Опоры 19 скошены снаружи и центрируют опускание модуля в отверстие бункера. Уплотнение 13 устраняет возможность протекания воды в радиальную щель между бункером и модулем. Грузозахватное приспособление удаляется. Место штатной крышки люка занимает загрузочная решётка 3 и в колодец сбрасывается снег. Тепловой элемент включается, если был выключен.

Снег тает. Крупный и плавающий мусор оседает на решётке 12. Песок, каменная крошка выпадают в осадок на дно поддона 14. Прочие загрязнения задерживаются фильтром 15, и очищенная вода через отверстия 16 уходит в канализацию. То есть функциональность конструкции распространяется не только на зиму, а и на очистку вод в любой сезон. Но при наличии скользящего фильтра 15 пропускная способность системы низка и достаточна лишь для медленных струй талой воды или умеренного дождя.

При условиях значительного роста потока и напора падающей в приёмный бункер воды внутри модуля фильтрации происходит следующее. В начале ливня происходит основной смыв вредных загрязнений с поверхности мостовых и тротуаров. Поток ещё слабый и фильтр 15 с ним справляется. С увеличением потока фильтр 15 становится препятствием для пропуска воды, но и концентрация вредностей в потоке падает. Давление воды на фильтр растёт и он "всплывает" вверх, открывая отверстия перелива 16 для беспрепятственного прохождения воды, очищенной только от мусора и тяжёлых частиц. Суммарная площадь отверстий 16 должна быть несколько больше сечения сточной трубы.

Если поток катастрофический и с ним не справляется канализационный сток, то колодец переполняется водой, модуль фильтрации под действием имеющегося в пазухе 11 воздуха всплывает, обеспечивая аварийный сброс неочищенной воды. С ослаблением потока модуль фильтрации, центрируемый водоворотным движением потока воды, сам возвращается на место, а фильтр 15 под действием собственного веса опускается в рабочее положение.

Извлечение модуля фильтрации для чистки или смены, производится тем же грузозахватным приспособлением 20 прямо с поверхности земли.



Фиг. 3

### Вопросы производства

Здесь важен материал для водопропускного узла. Бункер и модуль должны быть просты в производстве, прочны и долговечны. Обычная сталь даже оцинкованная долго не проживёт в агрессивной и влажной среде. Нержавейка дорога. Пластмасса непрочна из-за внутренних

напряжений за одним исключением – изделий, получаемых методом ротационной формовки. Стоимость готового изделия из технического полиэтилена примерно 250 р/кг. При весе всей водопропускной конструкции в 20 кг она бы стоила около 5 тыс.р. и менее, но она должна выдерживать нагрузку столба снега. Не исключено, что некоторые элементы конструкции для глубоких колодцев придётся делать из полиэтилена, армированного металлом, и их стоимость возрастет на 10-20%.

Экспериментальные, временные конструкции при проведении НИОКР можно делать из крашеной конструкционной стали. Так будет проще, дешевле и быстрее можно получить данные для развёртывания серийного и массового производства.

Второй вопрос – выбор нагревательного кабеля. Ресурс времени для плавления 24 часа. Здесь важно не перейти границы между разумным расходом электроэнергии и одномоментной потребностью в ликвидации большой массы снега при внезапно большом снегопаде. Обильные снегопады на протяжении зимы, например, в Москве и Петербурге совсем не регулярное явление и ориентироваться на максимум снежных осадков в короткое время смысла нет. Хотя бы по той причине, что есть возможность, компенсирующая низкую производительность колодца – плавление снега и в следующий после снегопада день или использование резервных колодцев.

На плавление тонны снега требуется затратить около 80 кВт/час электроэнергии. Отсюда можно предположить, что достаточно будет обеспечить щадящий расход электроэнергии на один колодец в 5 квт/час за час в течение суток. Это составит 120 кВт/сутки, обеспечивающих утилизацию 1,5 тонны снега в день. Колодец является изолированной от внешней среды тепловой машиной и при неизвестности времени выпадения зимних осадков колодец лучше поддерживать в прогретом состоянии в течение суток на режиме расхода энергии 1-2 квт/час. Тогда таяние будет более интенсивным, хотя бы в момент первой загрузки за день. Далее расход энергии увеличивают до завершения текущей утилизации снега и потом опять уменьшают. То есть почасовой расход энергии в общем балансе локального места подключения мизерный, и нет чрезмерной нагрузки на электросеть. Квалифицированный расчёт, скорее всего, может дать и несколько иные цифры, но в любом случае убедительный результат получится лишь в результате конструктивных и энергетических экспериментов в натуре.

Возможно, в тепловом элементе хорошо проявит себя кабель марки SRL 30-2 для обогрева канализации по цене 150-160 руб/метр. Стоимость теплового элемента из этого кабеля будет примерно 20 тыс. руб. с гарантией 15 лет.

Для весенне-летней эксплуатации модуля фильтрации обогрев уже не нужен. Только своевременная выгрузка мусора и смена фильтра тонкой очистки, процеживающего дождевую воду.

### **Вопросы эксплуатации**

Для использования оборудованного тепловой машиной колодца не требуется специальная квалификация, а лишь рабочий инструктаж. Вся суть его: непременно пользоваться загрузочной решёткой, исполнять требования включения/выключения и регулировки температуры, исполнять требования очистки или замены фильтров.

Штатных модулей фильтрации на один колодец лучше иметь два. Грязный снял – чистый поставил. Грязный – увезли в местный пункт очистки и замены фильтров. Дело в том, что в поддоне модуля фильтрации скапливается песок и каменная крошка, которые можно использовать повторно не раз. А сейчас они безвозвратно увозятся в централизованные пункты сбора снега и утилизации вместе со снегом.

Конечно, сейчас уборщики в жилищных конторах чаще не имеют даже квалификации дворника и текучка кадров ужасающая. Но есть вполне квалифицированные менеджеры, мастера участков. Обойти раз в день не такие уж многочисленные места установления приборов управления теплом в колодцах и включить/выключить их. Хотя можно назначить для этого и специального человека.

Самое важное – это уборка снега, как только он выпал, или сброшен с крыши. В этот момент он рыхл и почти чист – быстро плавится и не содержит вредностей в большой концентрации, нежелательной для нормальной фильтрации.

За этим по важности следует замена модуля фильтрации на чистый. Необходимость извлечения модуля по заполнению мусором можно определить визуально, просто заглянув в колодец. Степень заполнения поддона песком и крошкой можно определить не только по рекомендациям расчётного времени замены модуля фильтрации. Можно и по весу модуля. Зацепить его грузозахватным приспособлением, чуть приподнять и по ощущениям тяжести или показаниям динамометра сделать вывод менять его или ещё нет.

### **Вопросы стоимости и окупаемости**

Экономические показатели могут быть на данный момент только ориентировочными для определения примерного порядка некоторых цифр. Ибо неизвестны расходы на НИОКР, количество пригодных для плавления снега колодцев, их распределение по территориям, средняя стоимость установки системы, которую предположительно, по аналогиям можно принять за 5 тыс. рублей, средняя стоимость управляющих приборов и подключения примерно в такую же сумму. Тогда суммарный расход на оборудование одного колодца составит ориентировочно 35-40 тыс. рублей без учёта расходов на НИОКР. Так что для предварительной оценки издержек можно завесить сумму до 50 тыс. рублей на один колодец. Чисто технически её можно обосновать без детальных расчётов как начальный ориентир.

По интернетовским предложениям вывоз снега в Москве можно осуществить по 500-600 рублей за тонну. Есть больше и меньше. Плюс-минус сто рублей. В Петербурге примерно такая же картина. Документов ЖКХ о стоимости вывоза снега в действительности обнаружить не удалось. Данные СМИ по объёму вывоза снега в Москве довольно противоречивы и откуда они берутся неясно. Один источник говорит о вывозе 300 тыс. тонн за день. Другой о 3 миллионах тонн за сезон. Третий источник утверждает, что в 2015 году в Москве вывезено 6 миллионов тонн снега. Источник в Петербурге говорит о своих 8 миллионах тонн. Возможно, речь идёт о разных погодных условиях. Возьмём хотя бы меньшую из двух последних цифр – 6 миллионов тонн за сезон, раз они близки друг к другу и допустим, что это не подтасовки в отчётности. Это будет 60 тонн снега на гектар улиц Москвы и Петербурга вместе с крышами домов за сезон. Допустим, что на один колодец

приходится минимальная норма 1 тонна утилизации снега в сутки. Снежный сезон ноябрь-март – это 150 дней. То есть скромная и не предельная производительность одного колодца 150 тонн за сезон против осадков в 60 тонн на гектар за сезон. А таких колодцев-то ведь не один в каждом гектаре города. Есть ресурс для компенсации неравномерности выпадения снега. То есть сеть локальных точек утилизации снега в канализационных колодцах может с лёгкостью переработать любые снегопады и иметь при этом хороший резерв для ликвидации снежных катаклизмов. Причём не будет ни концентрированных сбросов вредных веществ в городскую систему очистки, ни отравления атмосферы продуктами сгорания. Казалось бы достаточно правдоподобная цифра, но её следует проверить более объективными источниками.

Благостную картину в корне изменяет метеорология. Если опираться на данные сайта "Погода и климат", то в Москве с осадками следующая ситуация.

Осадки				
Месяц	Норма	Месячный минимум	Месячный максимум	Суточный максимум
январь	52	5 (1972)	98 (2005)	20 (1965)
февраль	41	2 (1984)	94 (1966)	36 (1966)
март	35	6 (1928)	88 (1966)	30 (1883)
апрель	37	3 (1894)	100 (1903)	30 (1965)
май	50	2 (1940)	120 (1976)	39 (1976)
июнь	80	4 (1951)	174 (1942)	63 (1970)
июль	85	4 (2014)	181 (2008)	62 (1981)
август	82	0.9 (1938)	167 (2016)	88 (2016)
сентябрь	68	7 (1949)	187 (2013)	49 (2004)
октябрь	71	0.5 (1987)	166 (1997)	54 (1906)
ноябрь	55	4 (1993)	140 (1977)	30 (1967)
декабрь	52	7 (1903)	112 (1981)	23 (1981)
год	708	354 (1920)	891 (2013)	88 (2016)

За зимний сезон в норме выпадает 235 мм осадков. Иначе говоря, около четверти тонны на квадратный метр, а тонна воды или тонна снега – это всё равно тонна. То есть на гектар падает не 60 тонн снега, а 2500 тонн. В день нужно в среднем утилизировать 18 тонн снега? Нужно учесть, что не все эти тонны нужно перерабатывать. Что-то остаётся лежать на крышах, во дворах. Что-то тает само. На поверхности тротуаров и мостовых остаётся слой снега. Допустим, что переработки потребуют 12-15 тонн в сутки. Для этого либо потребуется 10 колодцев на гектар, либо увеличение производительности колодцев, если их число меньше. Картина уже

не идеальная, но всё равно перспективная в плане снижения тяжести проблемы и нагрузки на экологию. То есть производительность локальной утилизации зависит от числа используемых колодцев и мощности нагревательных элементов.

В данном случае важно не превысить допустимую нагрузку талых вод на систему фекальной канализации. То есть не допустить, чтобы недоочищенные в коллекторах фекальные стоки вытеснялись новыми большими массами воды, и грязь потоком неслась в городские очистные сооружения, выводя их из строя. Маловероятно, что такое может произойти. Таяние в колодцах низко интенсивно и вода падает в канализацию слабыми струями растянуто во времени.

Из приведённых цифр стоимость вывоза снега с гектара города за сезон  $2250 \times 500 = 1125\ 000$  рублей и этого расхода не будет, но 900 тысяч потребуются на электроэнергию. То есть окупаемость издержек на оборудование колодцев уже какая-то намечается, но без квалифицированных расчётов её не определить. Нужна статистика, которой в момент написания данной справки не было в наличии. Но отказ от крупногабаритной уборочной и транспортной техники, оплаты персонала, расходов на топливо и другое, включая экологию, должны дать ощутимый эффект.

С другой стороны, расход жидких горючих материалов на плавление тонны снега при высокой интенсивности плавления (минуты) составляет 9 литров (320 руб/на тонну снега + вывоз). Максимальный же расход электроэнергии на утилизацию тонны снега за 16 часов – 400 руб/тонна (при стоимости электроэнергии 5 руб/кВт и ниже (315 руб.) при пользовании ночными тарифами. На каждой тонне снега экономится  $500 - 315 = 185$  рублей. К сожалению, не удалось обнаружить расчётов и опытов по плавлению снега с помощью электроэнергии в изолированной тепловой машине, эквивалентной канализационному колодцу.

Картина, складывается достаточно перспективная. Даже если она и несколько потускнеет после квалифицированных расчётов. Данные из Интернета сомнительны по точности. Однако ресурс явно обширен, полезен и достаточно велика вероятность того, что результат применения технического решения в итоге не окажется даже сколько-нибудь вблизи от отрицательных величин. Требуются опытные работы. При определённой расторопности, зимы 2016-2017 года вполне достаточно для экспериментальных работ и расчётов. При положительных результатах испытаний за тёплый период 2017 года можно будет подготовить производство и зимой провести обширные работы по локальной утилизации снега на площади, скажем, в квадратный километр.

### **Замечания**

Вероятный, взвешенный период оснащения устройствами локальной утилизации снега города масштабов Москвы или Петербурга 10-15 лет.

При оценке предложенного решения не следует полагать, что описан как бы идеал и на этом строить критику. Предлагается метод, существенно снижающий бремя проблемы и идеал ещё впереди в виде колодцев специальной конструкции.

\*

*Басов Андрей Николаевич, СПб, ноябрь 2016 г.  
basov@k200.ru*