

УДК 625.768.5

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЛАВЛЕНИЯ СНЕЖНЫХ МАСС НА ПРИНЦИПЕ ДИСПЕРГАЦИИ

²Кучин В.Н., ¹Юрченко В.В., ¹Калинин А.А., ¹Никонова Т.Ю.,
¹Кибекко А.С., ¹Иванов С.С.

¹Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: juvv76@mail.ru;

²ТОО «Темир мен мыс», Караганда, e-mail: kuchin-41@mail.ru

Рассмотрены проблемы утилизации снежных масс и обеспечения водными ресурсами моногородов и сел. Рассмотрены достоинства и недостатки существующих установок для уборки снега в мире. Предложена конструкция установки по утилизации снежной массы, которая основана на принципе диспергирования снежной массы и последующего ее нагрева без использования жидкого и газообразного топлива с применением вихревых потоков. В качестве диспергатора используется грохот с двухуровневым набором сит. Для расплавления диспергированной снежной массы используется завихренный горячий поток воздуха из тепловой пушки. Новая схема плавления снежной массы снижает шум установки, увеличивает производительность, пополняет водные ресурсы, дается возможность использования в любых условиях. В статье приведена конструктивная схема установки для утилизации снега. Внедрение предложенной авторами установки утилизации снежных масс и восполнения водных ресурсов позволит улучшить экологическую обстановку как в зимний, так в весенне-осенние периоды, будет являться основой для создания организованных хранилищ и позволит концентрировать запасы воды для собственных нужд моногородов и сел. Ее применение существенно снизит эксплуатационные и энергетические затраты на переработку снежной массы до 50–70% и исключит вредные выбросы в атмосферу.

Ключевые слова: снегоплавильная установка, конструкция, плавление, диспергатор, снежная масса, утилизация

DEVELOPMENT OF AN INSTALLATION FOR MELTING SNOW MASSES ON THE PRINCIPLE OF DISPERSION

²Kuchin V.N., ¹Yurchenko V.V., ¹Kalinin A.A., ¹Nikonova T.Yu., ¹Kibekko A.S., ¹Ivanov S.S.

¹Karaganda State Technical University, Karaganda, e-mail: juvv76@mail.ru;

²Temir men Mys LLP, Karaganda, e-mail: kuchin-41@mail.ru

The problems of utilization of snow masses and provision of water resources for single-industry towns and villages are considered. The advantages and disadvantages of existing snow removal plants in the world are considered. The design of the snow mass utilization plant is proposed, which is based on the principle of dispersion of snow mass and its subsequent heating without the use of liquid and gaseous fuel with the use of vortex flows. The screen with a two-level set of sieves is used as a dispersant. A swirling hot air stream from a heat gun is used to melt the dispersed snow mass. The new scheme of melting snow mass reduces the noise of the installation, increases productivity, replenishes water resources, it is possible to use in any conditions. The article presents a design scheme of the installation for snow disposal. The implementation of the proposed installation of snow mass utilization and replenishment of water resources will improve the environmental situation both in winter and in spring and autumn, will be the basis for the creation of organized storage facilities and will allow to concentrate water reserves for their own needs of single-industry towns and villages. Its application will significantly reduce the operational and energy costs for processing snow mass up to 50-70% and eliminate harmful emissions into the atmosphere.

Keywords: snow melting machine, construction, melting, dispersant, snow mass, utilization

Уборка снега и его утилизация являются одной из актуальнейших задач в процессе поддержания экологической обстановки в местах проживания человека.

Снег активно впитывает и накапливает загрязняющие вещества в виде аэрозолей, попадающих в него из атмосферы. В выпадающем снеге в сравнении с атмосферой концентрируются загрязняющие вещества выше в 2 или 3 раза [1].

При таянии же снежные массы активно, помимо других источников, загрязняют поверхностные воды. Доля сульфатов, попадающих при таянии в водную систему среднего водоема, может достигать до 15–25%. В зависимости от влияния техногенных объектов и человеческого фактора микроэлементы содержатся в снежной

массе в довольно широких пределах. Состав талой воды может быть различным в зависимости от источника загрязнения. Вблизи промышленных районов происходит насыщение гидрокарбонатно-кальцием или сульфатно-кальцием, гидрокарбонатно-магнием или сульфатно-магнием. В результате возникает слабощелочная реакция при возрастании содержания гидрокарбонатов кальция и магния, сильнощелочная – при интенсивном загрязнении ими. Если в выбросах преобладают кислые продукты от процессов сгорания, в частности сернистый ангидрид, то кислотность снега возрастет. Таким образом, одним из достоверных показателей при оценке загрязнения может являться показатель жесткости pH талых вод.

Первая причина, из-за которой необходимо вывозить снежные массы, возникает по в результате того, что они накапливают все химические элементы и соединения. Вторая причина – это наличие антигололедных покрытий. Третья причина, по которой требуется уборка снежных масс и ее удаление за периферию города, это затопление местности в весенние месяцы из-за интенсивного таяния.

Основываясь на вышеизложенном, не допускается утилизация снежных масс в местах проживания человека и наличия водных надземных и подземных ресурсов. Большие объемы снежных масс недопустимо оставлять в пределах проживания человека, как в крупных городах, так в мелких населенных пунктах. Накопление снега приводит не только к концентрированию техногенных отходов и отходов жизнедеятельности, но и приводит к нарушению транспортной обстановки как для пеших переходов, так и для технических средств перемещения. Интенсивное таяние концентрированных снежных масс приводит к затоплению технически и жизненно важных территорий на продолжительное время, как в городах, так и в сельской местности.

Согласно установленным нормам, механизированное удаление начинают сразу после прекращения снегопада.

Цель исследования: разработка установок для плавления снежных масс на принципе диспергации.

Материалы и методы исследования

Рассмотрены различные методы и способы переработки и утилизации снежных масс. Изучены конструкции, технические и технологические характеристики установок производства США, Канады, России за последние 10 лет. Проведен патентный анализ устройств и способов переработки и утилизации снежных масс. Проработаны различные варианты конструкторских решений и выбрана оптимальная схема.

Результаты исследования и их обсуждение

Для удаления выпавших снежных осадков и наледи применяются определенные процессы, этапы и средства как ручные, так и механизированные. Пешеходные и проезжие дороги для предотвращения возникновения наледи или снижения ее влияния могут покрываться специальными реагентами или песком. Для уборки вручную на площадках с определенным естественным и искусственным покрытием в особенности утрамбованного снега необходимо применять соответствующие орудия труда, что

в итоге приводит к дополнительным физическим, финансовым и временным затратам. Собранные снежные массы транспортируются на специализированные полигоны, где складываются, либо перерабатываются [2].

Для поддержания технического и эксплуатационного состояния пешеходных и проезжих дорог, а также придомовых и приобъектных территорий разработаны соответствующие нормативные документы на проведение очистных работ. Проведение очистных работ связано с продолжительностью снегопада. При затяжном выпадении, а именно более 12 ч, работы выполняются непрерывно.

Уборка снежных масс проводится в большинстве случаев муниципальными организациями. При большом скоплении масс в частном секторе уборка основных и важных территорий может также осуществляться городскими властями. Возможна подрядная организация уборки основных улиц и крупных магистралей на основе государственных контрактов с частными лицами. В частном секторе уборка должна осуществляться собственниками территорий. Для того, чтобы не быть подвергнутым административному воздействию, владельцы частных территорий должны убирать снег в течение суток после окончания снегопада.

Для уборки придомовой и транспортной территории от снега в Исландии используется совершенно экологически чистый способ. Для отопления дорожных покрытий и тротуаров как в городской инфраструктуре, так и в индивидуальном секторе используется геотермальная вода. Природная горячая вода перемещается по трубам, расположенными под улицами города. Таяние снега происходит моментально.

Зимой в г. Нур-Султане (Республика Казахстан) за несколько часов может выпасть месячный объем осадков. Парализуются дороги, останавливается рабочий процесс на промышленных и производственных объектах. Уборка и вывоз снега при любых погодных условиях осуществляется всего за несколько часов. Отлаженная механизированная погрузка и качественная техника обеспечивают ускоренное освобождение проезжих участков.

Климатические и территориальные условия в части наличия водных массивов требуют особого внимания к очистке площадей и утилизации снежных масс. Задержка в уборке или вовсе ее отсутствие приводит к накоплению снежных масс возникновению нежелательных последствий.

Для решения вышеуказанных проблем сегодня применяются снегоплавильные установки (машины). Впервые такие уста-

новки были применены в Канаде в 1970-е гг. в Торонто. Установки являются мобильными, могут перемещаться в места переработки с большим скоплением снежных масс. Для утилизации снежная масса превращается в жидкое состояние с помощью нагреваемой воды, предварительно очищается и затем сливается в канализацию.

Дополнительными преимуществами снегоплавильных машин являются пониженная шумность, легкий доступ к очистительным решеткам, минимальное парообразование и регулируемый дренаж. Конструкцией данных установок предусмотрено облегченное обслуживание и легко заменяющаяся система запчастей.

Снегоплавильная машина осуществляет сбор снега, его очистку и утилизацию. Принципом действия снегоплавильной техники является передача загруженному в контейнер снегу тепла с целью приведения его в состояние воды. Способы нагревания применяются различные. Процесс очистки от снега состоит из измельчения снега, отсеивания мусора, плавления снега, очистки воды с целью отсеивания песка и слива воды в канализационную систему.

В последние годы в связи с необходимостью создания и внедрения новых эффективных технологий и машин для утилизации снежных масс, образующихся при снегоочистке городских автомагистралей и территорий, к проблеме создания и организации производства снегоплавильных установок проявили интерес российские разработчики и промышленные предприятия [3].

Так на основе принципиальной схемы снеготаялки «Snow Dragon, LLC» компания «ВТК-Пром» (г. Красногорск Московской области) разработала и начала выпуск снеготаялки СПУ – 10 [3–5].

В состав установки входит: система нагрева (газовая или дизельная горелка), которая размещена в отдельной части; бункер для загрузки снежной массы; отделение для фильтрации и слива очищенной воды.

Данные снегоплавильные установки имеют конструктивный недостаток – из-за малого промежутка между нагревающими частями в виде труб к последним ограничен доступ, в результате чего под ними накапливается мусор, песок и щебень мелкой фракции, который используется для обработки асфальтовых покрытий дворов, тротуаров и магистралей при выпадении снега или образования ледяной корки. Процесс вызывает большие трудности, и в результате этого большое количество снегоплавильных установок не используется и хранится на территориях соответствующих организаций.

На основе анализа действующих в городе технологических регламентов снегоочистки городских территорий, действующих экологических нормативов, существующих конструкций снегоплавильных установок, выпускающихся ведущими мировыми производителями этой техники институтом ВНИИстройдормаш разработан ряд передвижных снегоплавильных установок, включающий в себя четыре типоразмера по их технической производительности: 20, 60, 100 и 200 м³ (и более) расплавленного снега в час.

Помимо рассмотренных проблем существующие установки имеют такие недостатки, как большой расход топлива и выброс выхлопных газов, высокий уровень шумового загрязнения.

Для решения этих проблем, с учетом отсутствия аналогов, авторами предлагается способ [6] и конструкция установки, на которую получено положительное решение на выдачу патента. Реализация данного предложения коренным образом позволит изменить ситуацию в переработке снега и пополнении водных ресурсов. Утилизация снега будет производиться на основе принципа диспергирования снежной массы и последующего ее нагрева без использования жидкого или газообразного топлива с применением вихревых потоков. Ее применение существенно снизит энергетические затраты на переплавку до 50–70% и исключит вредные выбросы в атмосферу. Предлагаемая конструкция комплекса будет иметь значительно меньшие шумовые характеристики за счет снижения мощности привода, что также позволит устанавливать и проводить очистные работы непосредственно в жилых массивах и в ночное время суток.

Для разработки принципиально новой конструкции установки для плавления снежных масс были определены входные и выходные параметры на основе рассмотрения процессов разрушения снежной массы (диспергации) и снегоплавления. Данные процессы описываются показателями, факторами и величинами, которые в определенной степени влияют на качественные показатели процесса плавления.

Входные параметры – параметры снежной массы: плотность снега; пористость снежного покрова; коэффициент теплопроводности; коэффициент температуропроводности; предельное сопротивление снега сдвигу; вязкость снега; модуль упругости снега; расход снега; площадь очистки снега по одному пути; объем уплотненного снега, подлежащего уборке с одного пути.

Выходные параметры: объем загрузки и накопления; воздухораспределительная

сеть; система нагрева; диспергация; температура нагрева падающей диспергированной снежной массы.

На основе проведенных расчетов разработана конструкция действующей модели. Конструктивно модель установки состоит из следующих основных элементов: плавильной камеры 1, системы накопления и диспергирования снежной массы 2, изображенных на рис. 1.

Для накопления снежной массы с целью обеспечения непрерывной работы применяется система накопления (бункер) и диспергирования (дробильная установка). Подача горячего воздушного потока происходит от тепловой пушки 6. Пушка размещается в нижней части плавильной камеры.

Диспергатор (рис. 2) состоит из опоры 3, рамы 2, двух сит 4 и 5 с разными по размеру ячейками, двух вибраторов 6. Сита должны обеспечивать дробление снежной массы до состояния, сравнимого с размерами снежинки. Между рамой бункера и диспергатора закрепляется сито с крупной ячейкой (max 5 мм).

Диспергатор устанавливается на амортизационное устройство в виде пружин, как показано на рис. 1.

Камера плавления представляет собой набор концентрично расположенных труб 1, 3, 5 (рис. 3).

На трубах выполнены поперечные прорезы для выхода нагретого воздушного потока. Для создания давления воздушного потока трубы закрыты сверху заглушками

9–11, которые также не дают возможности попадания снежной массы в тепловую пушку. Для сбора водной массы трубы снизу закрыты кольцевыми заглушками соответствующего диаметра 6–8. Слив водной массы в технологическую емкость происходит через врезанную трубу 12.

Направление движения нагретого воздушного потока происходит с помощью раструба, установленного между камерой плавления и тепловой пушкой.

Технологический процесс подготовки установки к плавлению снежной массы осуществляются в следующей последовательности:

- диспергатор устанавливается на плавильную установку на амортизаторы;
- подключается к электросети тепловая пушка и два вибратора, после чего осуществляется их запуск;
- в бункер загружается снежная масса, которая дробится и просыпается сквозь два сита с ячейками различного размера и попадает в камеру плавления;
- проходя вдоль тепловых труб, дробленая масса нагревается горячими воздушными потоками и превращается в водную массу, которая сливается в технологическую емкость.

Для обеспечения непрерывности процесса плавления снежная масса периодически загружается в бункер. На основе проведенных исследований получен патент № 33951 KZ на изобретение «Установка для плавления снежной массы».

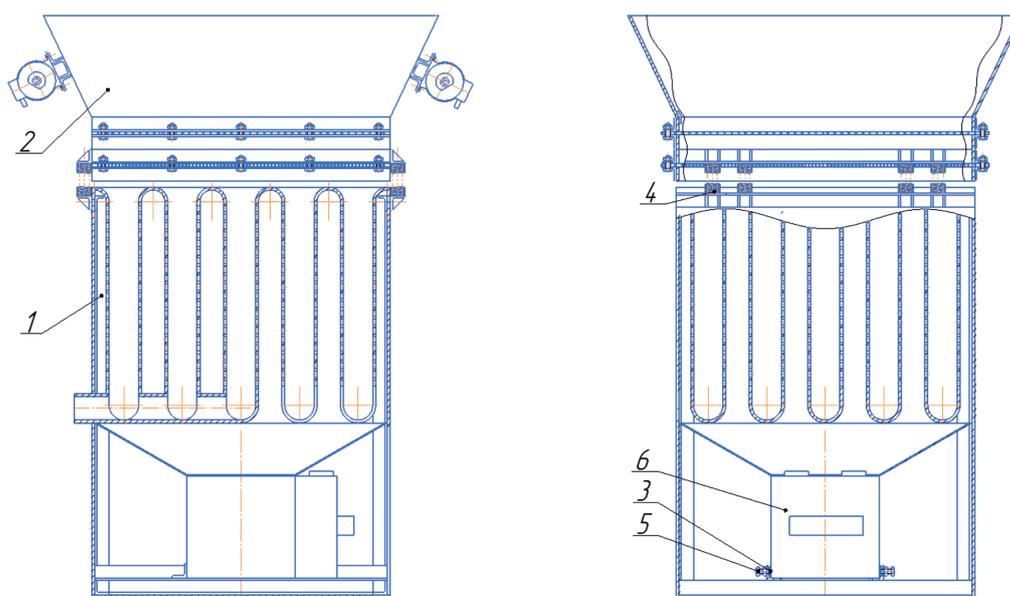


Рис. 1. Конструкция модели плавильной установки: 1 – плавильная камера; 2 – система накопления и диспергирования снежной массы; 3 и 5 – опоры; 4 – амортизационное устройство; 6 – тепловая пушка

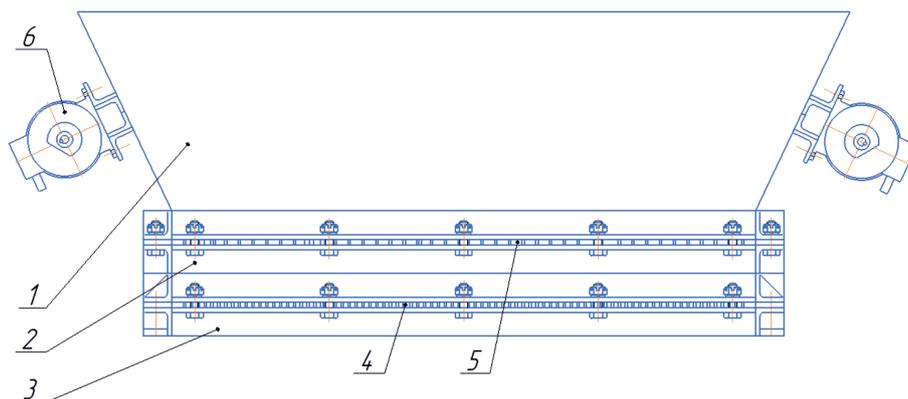


Рис. 2. Диспергатор

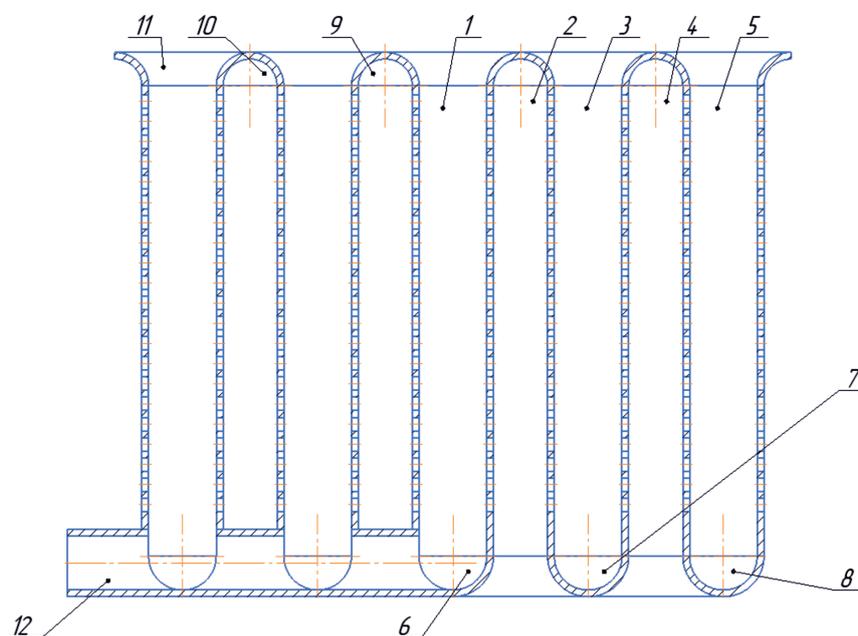


Рис. 3. Камера плавления

Закключение

Внедрение предложенной авторами установки утилизации снежных масс и восполнения водных ресурсов позволит улучшить экологическую обстановку как в зимний, так в весенне-осенние периоды, будет являться основой для создания организованных хранилищ и позволит концентрировать запасы воды для собственных нужд моногородов и сел. Ее применение существенно снизит эксплуатационные и энергетические затраты на переработку снежной массы до 50–70% и исключит вредные выбросы в атмосферу.

Список литературы

1. Соловьева Н.Е., Олькова Е.А., Алябьева А.А., Краева О.В. Исследование талой воды (снега) как показатель за-

грязнения атмосферы урбанизированной среды // Молодой ученый. 2015. № 14. С. 668–672.

2. Очистка дворовых территорий от снега; [Электронный ресурс]. URL: <https://chistodoma.com/uborka-vne-doma/uborka-pridomovoj-territorii-v-zimnij-period.html> дата обращения: 15.09.2019).

3. Твердохлебов В.А. Снегоплавильная установка // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2013. № 4. С. 62–67.

4. Борисюк Н.В. Зимнее содержание автомобильных и городских дорог. М.: МАДИ, 2016. 24 с.

5. Гогина Е.С., Дерюшева Н.Л. Основы метода проектирования снегоплавильных сооружений с учётом критериев экологической безопасности // Вода и экология: проблемы и решения. 2016. № 2. С. 58–64.

6. Кучин В.Н., Юрченко В.В., Жаркевич О.М., Иванов С.С. Исследования существующих и разработка принципиально новой системы утилизации снежных масс // Вестник КазНУТУ. 2018. № 4. С. 412–418.