

## **Закономерности таяния снега в пределах дорожной полосы Коваль С.А.**

**Белорусский национальный технический университет**

### ***Введение***

Снег — форма атмосферных осадков, состоящая из мелких кристаллов льда. Относится к обложным осадкам, выпадающим на земную поверхность. В данном реферате мы рассмотрим образование снежных осадков, а главное - закономерности таяния снега, в том числе в пределах дорожной полосы.

### ***Образование снежных осадков***

Нагреваемые у земной поверхности воздушные массы насыщаются водяными парами и поднимаются вверх, постепенно при этом охлаждаясь. При определенной температуре влажность воздуха достигает величины предельной насыщенности, и дальнейшее понижение температуры приводит к тому, что воздух становится пересыщенным. Излишки водяных паров конденсируются в виде мельчайших капель, которые в зависимости от конкретных термодинамических условий могут исчезать, расти или замерзать и превращаться в кристаллики льда.[1]

Зародыши кристаллов льда растут вследствие конденсации на их поверхности паров воды из окружающего воздуха и замерзания этой влаги. Скорость роста кристаллов тем большая, чем ниже температура облака, в котором зарождаются эти кристаллы. Утяжеленные кристаллы льда начинают падать и при этом обрастают дополнительным слоем льда, образующимся из капель воды, которые они встречают на своем пути.

Кристаллы образующегося в атмосфере льда весьма разнообразны по своей форме:

иглы, призмы, пирамиды, столбики, пластинки, звездочки и комбинированные фигуры. Опускаясь вниз, они претерпевают большие изменения, могут расплавляться и превращаться в капельки тумана

или увеличиваться и превращаться в снежинки, ледяную крупу или град, выпадающие на поверхность земли в виде твердых осадков.

Форма и размеры достигающих земной поверхности частиц твердых осадков зависят от термодинамических условий зарождения и роста кристаллов льда в атмосфере и температуры приземных слоев воздуха.

В количественном отношении среди выпадающего снега преобладают пластинчатые и звездчатые снежинки. Размер снежинок тем больше, чем выше температура приземного слоя воздуха. В безветренную погоду при температуре около  $0^{\circ}$  снежинки во время падения могут соединяться и выпадать в виде крупных хлопьев. При сильном ветре, сталкиваясь в воздухе, они крошатся и выпадают в виде обломков.

### *Термический режим и таяние снежного покрова*

Как тает снег? Для выяснения этого, казалось бы, простого вопроса от ученых потребовалось немало усилий. Очень уж разнообразны физические свойства самого снежного покрова, а главное, условия его таяния. Сначала начинает таять снег на склонах южной экспозиции, затем на ровной местности, далее на северных склонах, в балках, оврагах, наконец, в лесах. В лесах средней густоты снег исчезает позже, чем в полях: на 6--8 дней в южных районах и на 15--20 дней - в северных.

Процесс снеготаяния начинается задолго до наступления положительной температуры воздуха. Проникающая в толщу снега солнечная радиация способствует обтаиванию частиц снега в поверхностном слое. Вследствие неоднократного замерзания ночью и таяния днем снег превращается в массу бесформенных ледяных зерен, сначала мелких, а затем и более крупных. В дальнейшем кристаллы снега приобретают округлую форму.[2]

На первых порах снег лишь насыщается талой водой. Водоотдача из него начинается только после того, как растает 15--20 % снегозапасов. В последующем, когда плотность снега достигнет  $0,32--0,34$  г/см<sup>3</sup>, разница между интенсивностью снеготаяния и водоотдачи становится небольшой. Обычно основная масса снега стает при средней суточной температуре воздуха  $3--5^{\circ}$  С, но бывает, что и

при температуре 12--15° С, когда дневная температура достигает 20--25° С, как, например, было в 1979 г. в бассейне р. Вятки.

Интенсивность снеготаяния и водоотдачи в отдельной точке можно рассчитать довольно точно методом теплового баланса.

Коэффициент стаивания - величина более или менее правильная лишь в целом для всего периода снеготаяния. Для каждого же конкретного дня его значение зависит от типа погоды (солнечная или пасмурная, ветреная или безветренная), от структуры снега (мелко- или крупнозернистый) и пр. Особенно сильное влияние оказывают на него дожди. Благодаря механическому воздействию капли дождя разрушают снежные капилляры и внутриснежные перегородки. Содержащаяся в снеге капиллярная и пленочная вода переходит в гравитационную и быстро стекает вниз. В дождливые дни интенсивность снеготаяния возрастает в 1,2--1,4 раза. Определенную роль играет и ветер, который не дает застаиваться холодному воздуху в низинах, а главное, в лесах.

Снеготаяние в зависимости от характера весны может быть радиационным и адвентивным. Радиационное снеготаяние происходит днем при ясной погоде за счет поглощения солнечной радиации. Оно начинается несколько позже восхода солнца и заканчивается несколько раньше его захода. Максимум снеготаяния наблюдается обычно с 12 до 16 ч. В средней полосе снеготаяние обычно наблюдается в течение одной-трех недель, в случае похолодания оно растягивается до полутора месяцев.

Адвентивное снеготаяние происходит при пасмурной погоде за счет притока теплых воздушных масс. Этот процесс часто усиливается выпадением жидких осадков и может продолжаться круглые сутки. Роль адвентивного снеготаяния понижается с продвижением с запада на восток по мере увеличения континентальности климата. Таяние снега происходит в две стадии: днем талая вода скапливается в крупных порах и движется вниз, оплавливая кристаллы снега; ночью же замерзает. Это явление повторяется много раз и приводит к перекристаллизации снега.

Кристаллы становятся крупнее, приобретают зернистую форму; расстояние между ними увеличивается. С каждым днем в снеге накапливается все больше воды, а каналы внутри снежной толщи становятся все шире. Этот период снеготаяния называется фазой аккумуляции. Она занимает примерно одну треть всего периода снего-

таяния. При дальнейшем таянии снега вода уже не в состоянии удерживаться в его толще и начинает стекать. Так начинается вторая фаза- фаза отекаания. В толще снега устанавливается нулевая температура. Плотность снега повышается от 0,1-0,2 г/см<sup>3</sup> (до снеготаяния) до 0,3-0,4 г/см<sup>3</sup>.

В начале снеготаяния шероховатость каналов в толще снега, по которым течет талая вода, очень велика, поэтому скорость отекаания мала, а режим течения бывает, ламинарным и переходным от ламинарного к турбулентному. В дальнейшем, по мере увеличения интенсивности снеготаяния, движение все более турбулизируется.[3]

Термический режим снежного покрова определяется преимущественно теплообменом на поверхности и в меньшей степени между почвой и снегом.

В осенне-зимний период из почвы в снежный покров поступает тепло в виде кондуктивного потока за счет охлаждения и промерзания почвы и геотермического потока, возможна также миграция водяного пара из почвы в снежный покров. В период таяния, когда температура снежной толщи приближается к 0 ° возможно изменение направления потока - тепло будет поступать из снега в почву и расходоваться на повышение температуры верхнего слоя мерзлой почвы под снегом.

Величина потока тепла на поверхности снежного покрова определяется элементами радиационного баланса, турбулентным теплообменом, испарением или конденсацией, выпадением жидких осадков. Интенсивность потока непостоянная и может изменяться в широких пределах даже в течение одних суток, возможно также изменение направления потока.

Большое количество энергии поступает к поверхности снежного покрова в виде прямой и рассеянной солнечной радиации, однако лишь небольшая ее часть поглощается снегом, а остальная отражается от поверхности снега. Альbedo снежного покрова (отношение количества отраженной радиации к количеству падающей на поверхность снега радиации) изменяется в зависимости от структуры, влажности и загрязненности снега. Для свежевывавшего снега альbedo составляет от 0,95 до 0,80. Это значит, что снежный покров может получать лишь от 5 до 20% поступающей радиации. Альbedo поверхности сухого переметенного снега колеблется от 0,80 до 0,65. Альbedo снижается по мере увлажнения снега, особенно в период

его таяния. Альbedo средне- и крупнозернистого тающего снега порядка 0,60- 0,40, а у загрязненного снега с водой может уменьшаться до 0,20.

Количество поступающей прямой солнечной радиации зависит от ориентации и крутизны склонов, соответственно наблюдаются большие различия термического режима снежного покрова на разных склонах.

Снег плохо пропускает радиацию, поэтому проникающая в снег часть солнечной энергии поглощается верхним слоем снежного покрова толщиной в несколько десятков сантиметров. Верхний (10 см) слой поглощает до 90% радиации. Под действием проникающей радиации может возникать парниковый эффект снеготаяния при отрицательной температуре воздуха, когда на поверхности снежного покрова образуется тонкая ледяная корка, а под ней происходит частичное оплавление кристаллов.

Много тепла снежный покров теряет в виде длинноволновой радиации. Определенную роль играют также элементы радиационного баланса, учитывающие обратную радиацию от облаков и атмосферы. Сочетание прихода тепла за счет проникающей радиации и потери путем длинноволновой радиации приводит к тому, что в ночное время радиационный баланс чаще всего имеет отрицательное значение и соответственно поток тепла направлен из снежного покрова в атмосферу, а в дневные часы наоборот.

Турбулентный теплообмен обуславливается разностью температуры воздуха и поверхности снега. Когда температура воздуха выше температуры поверхности снега, тепло от воздуха передается в снег. Если же воздух холоднее снега, то тепло поступает из снега в воздух. Интенсивность турбулентного теплообмена увеличивается по мере увеличения разности температуры поверхности снега и воздушных масс и роста скорости движения воздуха над снежным покровом.

Турбулентный теплообмен может сопровождаться выносом водных паров из толщи снега, возгонкой снега и испарением водных пленок. При определенных условиях происходит сублимация содержащихся в воздухе водяных паров на поверхности снега в виде инея.

Наиболее благоприятные условия для его образования появляются в ясные холодные ночи без сильного ветра при поступлении масс влажного воздуха.

Суточные изменения температуры поверхностного слоя распространяются в снежный покров до 50 см, причем амплитуда колебаний температуры быстро уменьшается с глубиной, а температурный градиент в этой зоне может изменять направление.

На склонах и откосах земляного полотна наблюдается сильно выраженная пространственная неоднородность температурного режима снежной толщи. Даже при одинаковых температурных условиях на поверхности снежного покрова и одинаковой его высоте градиент температуры будет больше на крутых склонах, где меньше толщина покрова. Различия температурного градиента в свою очередь обуславливают различия в интенсивности процессов температуроградиентного метаморфизма.

Таяние снежного покрова начинается в приповерхностном слое за счет проникающей радиации или на поверхности за счет турбулентного теплообмена при температуре воздуха выше  $0^{\circ}$ , образовавшаяся при этом свободная вода просачивается вниз. Если средние слои снежного покрова имеют отрицательную температуру, то просачивающаяся вода замерзает в виде линз льда.

По мере усиления таяния снега зона фильтрации воды увеличивается, температура снега в ней повышается до  $0^{\circ}$  и в снеге образуются постепенно расширяющиеся микроканалы для стока воды. При наличии в снежном покрове ледяной корки вода, достигнув этой корки, может стекать далее по ней или фильтровать по нижнему слою толщи снега и образовывать подснежные каналы стока.

Фильтрация воды снижает прочность снега и является одной из причин образования лавин из мокрого снега и водоснежных потоков.

Одним из следствий снеготаяния является гололедица — слой бугристого льда (ледяная корка) или обледеневшего снега, образующийся на поверхности земли вследствие замерзания талой воды, когда после оттепели происходит понижение температуры воздуха и почвы (переход к отрицательным значениям температуры).

В отличие от гололёда, гололедица наблюдается только на земной поверхности, чаще всего на дорогах, тротуарах и тропинках. Сохранение образовавшейся гололедицы может продолжаться мно-

го дней подряд, пока она не будет покрыта сверху свежес выпавшим снежным покровом или не растает полностью в результате интенсивного повышения температуры воздуха и почвы.

### *Снеготаяние на городских улицах и дорогах*

В последние годы особую актуальность приобрела проблема уборки и удаления снега с городских улиц и проездов. Из-за значительной загрязненности снега, выпадающего на городских территориях, сброс его в городские водоемы запрещен по экологическим требованиям. Вывоз снега за пределы города на специально подготовленные полигоны экологически неприемлем.

Фоновым загрязнением снега являются пылевые загрязнения, неравномерно осаждающиеся в зависимости от уровня загрязненности атмосферы и направления господствующих ветров. Осевшие частицы пыли во время оттепелей и весеннего снеготаяния смываются в водные объекты. Величина пылевого загрязнения является умеренной и не слишком загрязняет почву и воды.

Локальные загрязнения снега связаны с накоплением загрязняющих веществ при несвоевременной уборке мусора в местах его интенсивного образования (рынки и т.д.). Весной эти скопления медленно тают, интенсивно загрязняя почву и воду на локально ограниченных участках.

Наиболее значительными и опасными являются загрязнения снега на дорогах, где, как показывают измерения, снег загрязняется противогололедными реагентами и особенно сильно, имеющими высокую токсичность, нефтепродуктами. Именно эти загрязнения оказывают дестабилизирующее влияние на водные экосистемы, делая их опасными для человека.

Сильное влияние загрязнений, убираемого с дорог снега на экологическую обстановку, связано с огромными площадями дорог в территориальном балансе города. Загрязнение снега нефтепродуктами вызывается интенсивным движением транспорта и морозным выветриванием асфальтовых покрытий при воздействии противогололедных смесей и отсутствии постоянного снежного покрова (большое количество ежегодных циклов замораживания и оттаивания, намного превышающее морозостойкость покрытия).

Продукты выветривания асфальта осаждаются на дне водотоков и водоемов, вызывая отравление токсикантами всей трофической цепи экосистемы.

Снижение загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами до уровня требований санитарных норм по воде предусматривает уменьшение уровня концентрации нефтепродуктов в стекающей с территории города воде примерно втрое (до 0,3 мг/л).

В этой связи экономически наиболее приемлемым вариантом решения этой проблемы является использование транспортирующей способности самотечных канализационных коллекторов, которое возможно по следующим направлениям: зимнее депонирование снега на «сухих» снегосвалках; сброс снега в снегосплавные камеры с последующим отводом талой воды в канализационную сеть.

Размещение «сухих» снегосплавов возможно на свободных или резервных городских территориях. «Сухая» снегосвалка располагается на железобетонном водонепроницаемом основании.

При весеннем таянии накопленного за зимний период снега, талая вода по сборному каналу отводится на очистные сооружения, возможная схема которых также приведена на этом рисунке. После локальной очистки талые воды сбрасываются в городскую канализацию и поступают на городские очистные сооружения.

С экологической точки зрения данная схема удаления снега наиболее предпочтительна (вариант полураздельной системы водоотведения), однако ее реализация обусловлена наличием достаточного количества свободных городских территорий для размещения «сухих» снегосвалок.[4]

Для размещения снегосплавных камер на канализационных сетях требуется значительно меньшая свободная городская территория;

Конструкция снегосплавной камеры предусматривает растапливание сточной водой сбрасываемого снега в течение всего зимнего периода уборки и вывоза снега. Выделяющиеся из снега мусор и песок предусматривается улавливать в специальных отделениях. Отвод талой воды осуществляется через городскую канализационную сеть на очистные сооружения.

Наиболее приемлемым решением проблемы удаления снега, вывозимого с убираемых городских территорий, является сочетание «сухих» снегосвалок и снегосплавных камер.



## *Заключение*

В данном реферате мы подробно рассмотрели такой вид твердых осадков как снег, рассмотрели закономерности его таяния, а также мероприятия по борьбе с талыми водами. И Для начала мы осветили тему формирования снежного покрова и его метаморфизм, так как от этих показателей зависит то, как в будущем будет таять снег. Затем мы рассмотрели в мельчайших подробностях непосредственно процесс таяния снежного покрова, выяснили, что оно осуществляется не только за счет положительной температуры. Заключительная часть реферата посвящена вопросу зимнего содержания дорог, так как снег и его таяние напрямую касаются этого вопроса в сфере эксплуатации дороги, а также рассмотрели процесс снеготаяния на городских улицах и дорогах.

## *Список литературы*

1. Красс М.С., Мерзликин В.Г. Радиационная теплофизика снега и льда Л.: Гидрометеиздат, 1990
2. Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебник/И.И. Леонович.-Мн.:БНТУ,2005.- 485с.
3. Интернет источник- <http://files.stroyinf.ru/Data1/57/57598/#i52424>
- 4.Интернет источник- <http://ru.wikipedia.org/wiki/%C3%EE%EB%EE%EB%B8%E4>