

УДК:334

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ СНЕГОПЛАВИЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДОВ РОССИИ

Д. М. Казанник

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Научный руководитель - Т. В. Калашникова, канд. тех. наук, доцент

Уборка и утилизация снега являются важными задачами в жизни всех городов вне южных районов России. Чем больше площадь города и количество его жителей, тем больше проблем создают наледи и сугробы на улицах [1]. Снег с территории города необходимо утилизировать по целому ряду причин:

- снег и лед на дорогах и тротуарах могут привести к человеческим травмам и дорожно-транспортным происшествиям;
- весной талая вода может подтопить подвалы и цокольные этажи зданий, вследствие чего происходит частичное разрушение домов;
- накопившийся на кровле зданий снег может обрушиться на пешеходов или транспортные средства;
- снег хорошо впитывает в себя химические загрязнения [2], отходы промышленных предприятий (показатели загрязнения снега с урбанизированных территорий превышают ПДК для рыбохозяйственных водоемов по NH₄ – в 1,2 раза, Al – в 12,2 раза, Fe – в 8,2 раза, Mn – в 5 раз; наиболее значительными и опасными являются загрязнения снега на дорогах, где снег содержит значительное количество противогололедных реагентов и нефтепродуктов, именно эти загрязнения оказывают дестабилизирующее влияние на водные экосистемы; опасность загрязненного снега с дорог связана с огромными площадями дорог в территориальном балансе города);
- при таянии снега, накопленные им вредные вещества попадают в почву, отравляя ее и грунтовые воды.

Вывоз снега на специальные снегосборочные пункты, на которых он складывается в течение зимы, требует больших денежных затрат, а также необходимы теплые погодные условия, чтобы накопленный снег начал таять. [3-4] При этом будут выделяться вредные вещества, а также во многих регионах происходит затопление близлежащих территорий [5]

Проблему утилизации снега, а также отделения крупного мусора, содержащегося в нем, в больших городах можно решить с помощью установок плавления снега. Использование снеготаялок имеет существенные экологические преимущества по сравнению с вывозом снега за территорию города, а именно:

- 1) минимальные выбросы в атмосферу продуктов горения топлива по сравнению с грузовиками, вывозящими снег;

- 2) отделение крупного мусора от сбрасываемого в бункер снеготаялки снега осуществляется в самой установке, а мусор по мере накопления вывозится на мусорные полигоны;
- 3) талая вода сбрасывается в городскую канализацию, где впоследствии будет подвергаться другим процессам очистки, а не впитывается в почву;
- 4) звук, который создает установка при работе, не превышает допустимых пределов.

Исходные данные для расчета экономических показателей [6]:

S – площадь убираемой от снега территории в среднем, $S = 3\,527\,818$ м²;

h_1 – среднее количество осадков в сутки за декабрь, $h_1 = 51$ мм; h_2 – среднее количество осадков в сутки за январь, $h_2 = 36$ мм;

h_3 – среднее количество осадков в сутки за февраль, $h_3 = 29$ мм; R_c – плотность свежеснегавшего снега, $R_c = 125$ кг/м³;

R_y – плотность уплотненного в процессе уборки снега, $R_y = 350$ кг/м³;

R_v – плотность воды, $R_v = 1000$ кг/м³;

K_1 – количество дней в декабре, $K_1 = 31$;

K_2 – количество дней в январе, $K_2 =$

31; K_3 – количество дней в феврале,

$K_3 = 28$.

| Месяц | Объем уплотненного снега, м ³ | | Объем талой воды, м ³ | |
|---------|--|----------|----------------------------------|----------|
| | за сутки | за месяц | за сутки | за месяц |
| Декабрь | 2072 | 64 256 | 725 | 22 489 |
| Январь | 1475 | 45 743 | 516 | 16 010 |
| Февраль | 1304 | 36 537 | 456 | 12 787 |

Таблица 1. Объемы уплотненного снега и талой воды в зимний период

| Наименование | Обозначение | Ед. изм. | Значения | | |
|--|-------------|---------------------|----------|--------|---------|
| | | | Декабрь | Январь | Февраль |
| Полный суточный объем уплотненного снега за месяц | E_i | м ³ | 2072 | 1475 | 1304 |
| Суточный объем уплотненного снега на снегоплавильную установку | $E3/4i$ | м ³ | 1554 | 1107 | 978 |
| Суточный объем уплотненного снега на вывоз на снежные полигоны | $E1/4i$ | м ³ | 518 | 368 | 326 |
| Количество дней в месяце | K_i | Дни | 31 | 31 | 28 |
| Стоимость вывоза снега | Z | руб./м ³ | 153 | | |

| | | | |
|--|-------|----------------|-----|
| Стоимость плавления снега на жидком топливе | X_T | руб./ m^3 | 150 |
| Стоимость плавления снега на сетевой воде | X_C | руб./ m^3 | 50 |
| Стоимость плавления снега на газовом топливе | X_G | руб./ m^3 | 30 |

Таблица 2. Исходные данные для сравнения затрат на вывоз снега на полигоны и комбинированную утилизацию с плавлением снега

| Показатель | Полный вывоз Суточного объема снега | Комбинированная утилизация | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|---|--|---|
| | | Вывоз $\frac{1}{4}$ суточного объема снега и плавление на жидком топливе $\frac{3}{4}$ суточного объема снега | Вывоз $\frac{1}{4}$ суточного объема снега и плавление на газовом топливе $\frac{3}{4}$ суточного объема снега | Вывоз $\frac{1}{4}$ суточного объема снега и плавление на сетевой воде $\frac{3}{4}$ суточного объема снега |
| Затраты в сутки за декабрь, руб. | 317 016 | 312 354 | 125 874 | 156 954 |
| Затраты в сутки за январь, руб. | 225 675 | 222 354 | 89 514 | 111 654 |
| Затраты в сутки за февраль, руб. | 199 512 | 196 578 | 79 218 | 98 778 |
| Затраты за зиму, руб. | 23 008 293 | 22 669 866 | 9 132 786 | 11 388 966 |
| Сравнительная стоимость, раз | 2,52 | 2,48 | 1,00 | 1,24 |

Таблица 3. Сводные затраты на комбинированную и полную утилизацию снега

Денежные затраты на погрузку и уборку снега, а также зарплата персонала в расчете не учитываются, так как во обоих случаях они примерно одинаковые. Как видно из приведенных расчетов, оптимальным вариантом утилизации является вывоз $\frac{1}{4}$ суточного объема снега на снежные полигоны в комбинации с плавлением снега в снеготаялках на газовом топливе. Денежные затраты данной комбинации в 2,52 раза меньше, чем затраты на вывоз полного объема снега на полигоны. Это позволит сэкономить бюджетные средства и направить их на улучшения городов.

Список использованных источников:

1. Александровская З.И., Медведев Я.В., Богачев А.Г. Чтобы город был чистым, М. Просвещение, 2017
2. Бакутис В.Э., Бутягин В.А., Лунц Л.Б. Инженерное благоустройство городских территорий, М.: Дрофа, 2017
3. Живов М.А., Лившиц Б.А. Организация уборки городов, М., 2018
4. Корецкий В.Е. Моделирование процесса таяния снега в снегоплавильной камере. Вестник МГСУ, №2, 2018г., М: 2018.
5. Загрязнение близлежащих территорий : [Томские ученые: тающий снег загрязняет реку Обь тяжелыми металлами - vtomske.ru](http://vtomske.ru)
6. Среднее количество осадков в России : [КЛИМАТ • Большая российская энциклопедия - электронная версия \(bigenc.ru\)](http://bigenc.ru)