

**УДК 628.3**

Д.Ю. ПАРЧЕВСКИЙ, студент гр. 8ЭРПХ-21 (АлтГТУ)

С.М. ЖИЛЯКОВА, студентка гр. ЭРПХ-01 (АлтГТУ)

Научный руководитель Л.В. КУРТУКОВА, к.т.н., доцент (АлтГТУ)

г. Барнаул

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ВЛИЯНИЮ ФЛОКУЛЯНТОВ  
НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКОВ  
ЛИВНЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД**

Современное ведение дорожного хозяйства предполагает использование широкого спектра реагентов и материалов при обслуживании дорожного полотна в осенне-зимний период. К наиболее часто применяемым химическим противогололедным материалам (ПГМ) относятся хлориды кальция, натрия и магния, характеризующиеся высокой коррозионной активностью. К менее агрессивным веществам этого класса относятся ацетаты калия и кальция-магния. [1] Наконец, к фрикционным ПГМ можно отнести песок, а также отсев гранитного и мраморного щебня. Как правило, их использование в чистом виде неэффективно; для достижения необходимого результата их смешивают с различными химическими ПГМ. [2]

Климатические условия в Алтайском крае характеризуются значительной частотой возникновения гололедно-изморозевых отложений, неблагоприятно сказывающихся на движении транспорта. В Барнауле для обработки дорожного полотна применяется песчано-соляная смесь с различной концентрацией соли (от 15% до 20%). При этом также предусмотрена замена речного песка на отсев дробления горных пород. [3]

В период зимних оттепелей и активного снеготаяния весной остатки ПГМ вместе с нефтепродуктами и другими загрязнениями уносятся с потоками воды в систему ливневой канализации. В исторической части города действуют локальные очистные сооружения ливневой канализации, которые очищают поступающие стоки до необходимого уровня. Стоит, однако, учитывать, что на различных этапах технологического процесса очистки ливневых сточных вод образуются влагосодержащие осадки, имеющие сложный полидисперсный состав. При этом компоненты, входящие в состав стоков (в том числе ПГМ), могут влиять на обводненность этих осадков.

Удаление избыточной влаги из осадков представляет собой важную задачу, поскольку этот процесс позволяет уменьшить их объем и снизить затраты на транспортировку осадка к местам последующего размещения. Реализация данного процесса и стала нашей основной целью при выполнении настоящей работы.

На первом этапе исследования в лабораторных условиях была создана модель осадка сооружений ливневой канализации, основанная на данных литературного поиска. [4] В ходе приготовления модельной смеси осадка были выполнены следующие действия. Песчаная смесь, отобранная с участка дорожного полотна, была просеяна через сито для удаления крупного мусора (разбитого стекла, листьев и веток). Данные действия позволили смоделировать механическую очистку с помощью решёток. Все составляющие модельного образца (песок с остатками химических реагентов, нефтепродукты, соли железа), кроме воды, были помещены в ёмкость и перемешаны. Это позволило равномерно распределить их по объёму смеси. Далее к полученной массе добавлялась вода в необходимом объеме, после чего процедура перемешивания повторялась. В результате была получена модельная смесь, содержащая различные примеси и загрязняющие вещества в соответствии с литературными данными.

Второй этап исследования был направлен на поиск реагентов, которые позволили бы наиболее полно произвести как отделение нефтепродуктов, так и выделение воды из модельной смеси. В качестве таких реагентов были рассмотрены коагулянт сульфат алюминия, флокулянт «Силфок 2540» и гипохлорит натрия, а также их сочетания.

Оценка эффективности обезвоживания проводилась спустя 24 часа, а впоследствии — спустя семь суток. Результаты эксперимента по воздействию различных реагентов и их сочетаний на эффективность обезвоживания осадка по истечении обозначенного времени представлены в таблице 1.

Таблица 1. Экспериментальные данные по обезвоживанию модельного осадка (масса навески — 10 г)

№	Образец	Объем жидкости и осадка за время отстаивания			
		1 сутки		7 суток	
		объем жидкости, мл	объем осадка, мл	объем жидкости, мл	объем осадка, мл
1	Контроль	2,1	9,7	3	8,8
2	Коагулянт	3,1	9,0	4,2	11
3	Флокулянт	3,0	9,5	4,5	11
4	Гипохлорит натрия	2,5	12,5	3,2	12
5	Коагулянт/гипохлорит	3,4	8,8	2,1	13
6	Флокулянт/гипохлорит	3,9	8	5,1	10
7	Коагулянт/флокулянт	3,0	9,1	3,2	11,5

Исходя из результатов данного этапа исследования, в пробирках под номерами №4, №5 и №6 наблюдался более прозрачный цвет декантированной влаги (по сравнению с №2 и №3), так как в эти образцы был внесён гипохлорит натрия, который активно окисляет органические примеси, влияющие на цветность воды. При этом следует отметить, что при добавлении только гипохлорита натрия отмечалось увеличение объёма осадка за счёт образования пузырьков газа (таков результат процесса окисления органических компонентов).

В ходе дальнейших исследований было решено создать новые экспериментальные модели образцов №5, №6 и №7 с сочетаниями коагулянта, флокулянта и гипохлорита натрия, поскольку для них характерно более эффективное осаждение примесей и отделение жидкости. При этом масса осадка была увеличена в два раза, а опыт проводился в цилиндрах большего объёма.

Результаты эксперимента с участием трёх выбранных сочетаний представлены в таблице 2.

Таблица 2. Экспериментальные данные по обезвоживанию модельного осадка (масса навески — 20 г)

Образец	Объем жидкости и осадка за время отстаивания			
	0 ч		24 часа	
	объем жидкости, мл	объем осадка, мл	объем жидкости, мл	объем осадка, мл
Коагулянт/ гипохлорит	12,1	18,0	15,0	15,0
Флокулянт/ гипохлорит	13,1	16,8	17,1	13,2
Коагулянт/ флокулянт	10,0	20,1	11,6	18,5

После проведения данного эксперимента было решено создать модель образца осадка большей массы (200 г) и провести его обработку смесью флокулянта «Силфок 2540» и гипохлорита натрия. Это решение обусловлено тем, что данное сочетание показало наибольшую эффективность в предыдущем эксперименте; кроме того, при применении этой смеси было отмечено наилучшее отделение слоёв нефтепродуктов, а также уменьшение мутности и цветности выделившейся влаги. Для сравнения эффективности отстаивания был взят аналогичный образец без обработки реагентами.

По прошествии 24 часов нами был оценён объем свободной отделенной жидкости для обоих образцов. Для образца, прошедшего обработку, он составил 285 мл, для образца без обработки — 205 мл. При визу-

альной оценке декантированная жидкость без обработки представляла собой мутную желтую жидкость, в то время как обработанный образец характеризовался отсутствием мутности и цветности.

Таким образом, полученные данные позволяют рекомендовать сочетание флокулянта «Силфок 2540» и гипохлорита натрия для более эффективного отделения влаги и загрязняющих веществ от осадков, образующихся при очистке ливневых стоков. Дальнейшие исследования будут направлены на оценку возможности повторного использования осадка в дорожном хозяйстве в качестве фрикционного материала.

#### Список литературы:

1. Попов Н.А., Осокин Н.А. Совершенствование механизмов управления дорожным обслуживанием в Российской Федерации // Стратегические решения и риск-менеджмент. Т. 11. № 3. С. 304–315.
2. Официальный сайт Уральского завода противогололедных материалов // <https://uzpm.ru/> (дата обращения 30.10.2022)
3. Официальный сайт МБУ «Автодорстрой» г. Барнаул // <http://avtoadsline.ru/> (дата обращения 30.10.2022)
4. Н.С. Царев Технология обезвоживания осадков при очистке сточных вод дождевой и промышленно-дождевой канализации с применением алюмосиликатных сорбентов и флокулянтов/ автореферат диссертации/ Екатеринбург, 2012. 16 с.