

пенчатой схеме фильтрования.

Таблица 4

**Сопоставление показателей работы одноступенчатой и двухступенчатой схем
обезжелезивания**

№ колонки	Продолжительность контрольных фильтроциклов, час	Время промывки, (до мутности 1,5 мг/л), мин	Время фильтроцикла с учетом времени, затраченного на промывку, ч	Количество часов в месяц	Количество фильтроциклов в месяц	Объем промывной воды на одну промывку (на 1 м ³ загрузки), м ³	Объем промывной воды за месяц (на 1 м ³ загрузки), м ³
колонка №3	10,6	9	10,8	720	43	5,53	237,71
колонка №1	35,6	12	35,8	720	16	13,82	217,26
колонка №2	35,6	5	35,7	720	16	2,30	36,25
суммарный объем (м ³) промывной воды за месяц на 1 м ³ загрузки колонок №1 и №2						16,12	253,51

Выводы

Результаты испытаний показали, что при замене кварцевого песка на дробленый керамзит потери напора сокращаются в 2,5-3 раза

Сравнительная оценка качества воды фильтрата колонок № 1 и № 3 экспериментального стенда показала, что эффективность удаления железа на загрузке «дробленый керамзит» в среднем на 6% выше, чем на загрузке «кварцевый песок».

Эксплуатация экспериментального стенда в непрерывном режиме позволила выявить следующие преимущества фильтрационной загрузки из дробленого керамзита по сравнению с кварцевым песком:

- продолжительность фильтроцикла выше в среднем в 2,5-3 раза;
- низкий прирост потерь напора;
- более эффективное удаление железа;
- высокая грязеемкость фильтрующей загрузки.

При переходе на двухступенчатую схему фильтрования повышается надежность обезжелезивания, сохраняются преимущества одноступенчатой фильтрации с загрузкой из дробленого керамзита, при этом суммарный объем воды (на 1 м³ загрузки), затраченный на промывку двух фильтров в месяц, лишь на 6% выше, чем при одноступенчатой схеме фильтрования.

Литература

1. Технический справочник по обработке воды. Дегремон. 2007
2. Кастальский А.А. Очистка воды для промышленного водоснабжения. М 1997
3. Клячко В.В. Очистка природных вод. М 1991

Компьютерный менеджмент качества противогололедных материалов для автомобильных дорог

д.т.н. проф. Бессарабов А.М.¹, Глушко А.Н.², Степанова Т.И.², к.т.н. доц. Гордеева Е.Л.³

¹Научный центр «Малотоннажная химия», ²ФГУП «ИРЕА»,
³Университет машиностроения

Аннотация. На базе концепции CALS разработана система компьютерного менеджмента качества химических противогололедных материалов (ПГМ). Прове-

дены исследования наиболее перспективных ПГМ по важнейшим показателям качества, а также проведена оценка агрессивности воздействия ПГМ на конструкционные материалы (сталь и бетон).

Ключевые слова: компьютерный менеджмент качества, CALS-технологии, противогололедные материалы.

Расширение сети автомобильных дорог, вызванное постоянным ростом автомобильного парка, увеличением объема грузооборота и перевозок пассажиров, предъявляет все более высокие требования к содержанию автомобильных дорог и улиц, а также обеспечению безопасности движения по ним. В России наиболее сложным периодом остается зимний период, когда на дорожных покрытиях создаются условия к образованию различных видов зимней скользкости (снежного наката, мокрого снега, рыхлого снега, гололедицы/гололёда).

Вся система мероприятий по зимнему содержанию дорог должна быть построена таким образом, чтобы, с одной стороны, обеспечить наилучшие условия для движения автомобилей, с другой - максимально облегчить, ускорить и удешевить зимнее содержание. В практике зимнего содержания автомобильных дорог для борьбы с зимней скользкостью применяют фрикционный, химический, физико-химический и другие комбинированные методы. Выбор конкретных мероприятий производится в зависимости от действия метеорологического фактора, на ликвидацию которого это мероприятие рассчитано.

Основным способом борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах общего пользования в России является применение химических противогололедных материалов (ПГМ). Анализ зарубежного опыта показал, что в последние годы также все шире применяются различные химические материалы для борьбы с зимней скользкостью на дорогах и городских улицах. Так, в США используют около 10 млн. т хлористого натрия и 300 тыс. т хлористого кальция, во Франции – 1,2 млн. т, в Англии – 1,5 млн. т, в Дании – до 400 тыс. т, в Финляндии – до 150 тыс. т хлоридов и т.д. За последние годы для борьбы с зимней скользкостью наряду с хлористыми солями стали применять экологически безопасные противогололедные материалы на основе ацетатов и формиатов, что значительно расширяет область применения химического способа [1].

Для автоматизации процедуры аналитического мониторинга химических ПГМ во ФГУП «ИРЕА» по госконтрактам с «Мосдорэкспертнадзором» и Минобрнауки России (ГК 16.552.11.7010) разрабатывается система компьютерного менеджмента качества (КМК-система) [2]. Разработка проводится на базе наиболее современной информационной системы компьютерной поддержки – CALS-технологии (Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукта) [3]. В CALS-системе выделены следующие 3 основные категории ПГМ: химические, фрикционные и комбинированные (рисунок 1). В свою очередь химические делятся на 2 подкатегории: твердые и жидкие, в то время как комбинированные и фрикционные ПГМ – твердые. Кроме того, по составу в категории химических ПГМ выделяют хлориды, ацетаты, карбамиды, нитраты и природные рассолы, - в категории фрикционных – песок, щебень, шлак и песчано-гравийную смесь, а в категории комбинированных ПГМ – пескосоляную смесь.

Фрикционные ПГМ по своему происхождению бывают искусственные (щебень, шлак) и естественные (песок, песчано-гравийная смесь (ПГС)). Они должны обеспечивать снижение зимней скользкости за счет повышения шероховатости снежно-ледяных отложений на дорожных покрытиях. Особую пользу абразивы приносят на заснеженной дороге в условиях низких температур, когда химические материалы теряют свою активность и их применение становится неэффективным. Основным преимуществом фрикционных материалов является мгновенное повышение шероховатости снежно-ледяных отложений (повышение коэффициента сцепления до 0,3).

Однако фрикционный метод не устраняет скользкость, а только на некоторое время уменьшает ее отрицательные последствия. При этом рассыпанный абразивный материал за-

держивается на проезжей части короткое время – не более 0,5 часа. Для увеличения эффективности фрикционных материалов на обледенелых покрытиях в настоящее время применяют два способа: нагрев ПГМ и/или обработка их твердыми или жидкими хлоридами.

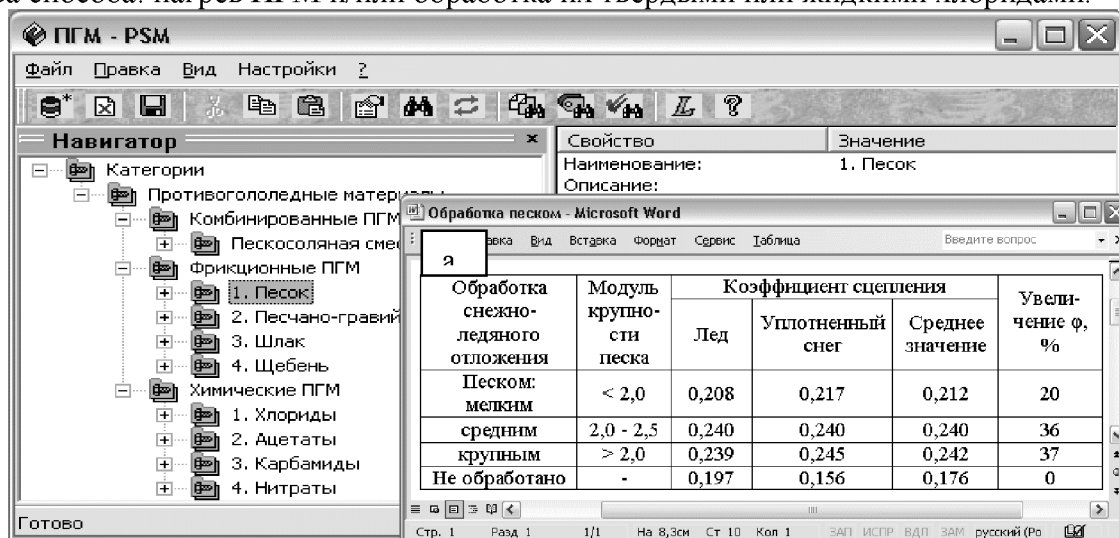


Рисунок 1 – Элемент КМК-системы ПГМ. Виды противогололедных материалов (а - технологические показатели)

Химический способ борьбы с образовавшейся зимней скользкостью заключается в применении для плавления снега и льда твёрдых или жидких химических веществ, содержащих соли. Применение химических реагентов позволяет расплавить и устранить лёд и снег, после чего покрытие становится мокрым, а затем высыхает. Таким образом, химический метод позволяет полностью ликвидировать зимнюю скользкость.

Химические ПГМ выпускают и применяют в твердом, жидком и смоченном виде. Сырьем для получения этих материалов чаще всего являются природные источники галита (NaCl), бишофита (MgCl₂·6H₂O), карналлита (KCl MgCl₂·6H₂O) или отходы химической, пищевой промышленности, а также минеральных удобрений (сильвинитовые, карнолитовые и др.). Кроме того, на многих территориях России широко распространены естественные рассолы. Они залегают на глубине 800-1000 м в артезианских бассейнах (пластовые вода), а также содержатся в солёных озёрах, лиманах. Естественные рассолы многокомпонентны с преобладанием ионов кальция, натрия, магния. На применение местных материалов нужно получить разрешение санитарно-эпидемиологической службы.

За период с июля по декабрь 2011 г. в испытательной лаборатории ИЛ «Реактив» ФГУП «ИРЕА» были проведены испытания противогололедных материалов различного состава (двух-, трех- и многокомпонентные ПГМ - в общей сумме свыше 1100 образцов): жидкие (на основе хлористого кальция и хлористого натрия), твердые (на основе хлористого кальция и хлористого натрия, на основе хлористого кальция, хлористого натрия и формиата натрия, на основе хлористого кальция, хлористого натрия, хлористого калия, формиата натрия и мраморного щебня).

Кроме того, на основе концепции CALS нами разработана КМК система химических противогололедных материалов. В основу структуры КМК-системы (рисунок 2) положена группировка ПГМ по химическому составу, включающая следующие 4 основные категории: хлориды (хлориды кальция, натрия, магния и ПГМ на их основе); ацетаты (ацетаты аммония, калия, кальция и ПГМ на их основе); карбамиды (мочевина, карбамидно-аммиачная селитра и ПГМ на их основе); нитраты (нитраты кальция, магния и ПГМ на их основе).

Каждый из этих занесенных в КМК-систему химических ПГМ оценивается по ряду показателей, объединенных в четыре подкатегории: органолептические (внешний вид, цвет, запах), физико-химические (массовая доля растворимых солей, зерновой состав, температура

Раздел 6. Инженерная экология и смежные вопросы

начала кристаллизации, влажность, массовая доля нерастворимых в воде веществ, водородный показатель, плотность, динамическая вязкость), технологические (плавящая способность, гигроскопичность, слеживаемость) и экологические (коррозионная активность на металл, показатель агрессивного воздействия на цементобетон, удельная эффективная активность естественных радионуклидов, допустимое содержание химических веществ, не относящихся к действующему веществу ПГМ – водорастворимая форма фтора, валовое содержание цинка, свинца, никеля, меди, ртути, молибдена, кобальта, кадмия, хрома, селена, мышьяка). Нормы по этим показателям устанавливаются исходя из особенностей применения ПГМ для обработки дорожных покрытий.

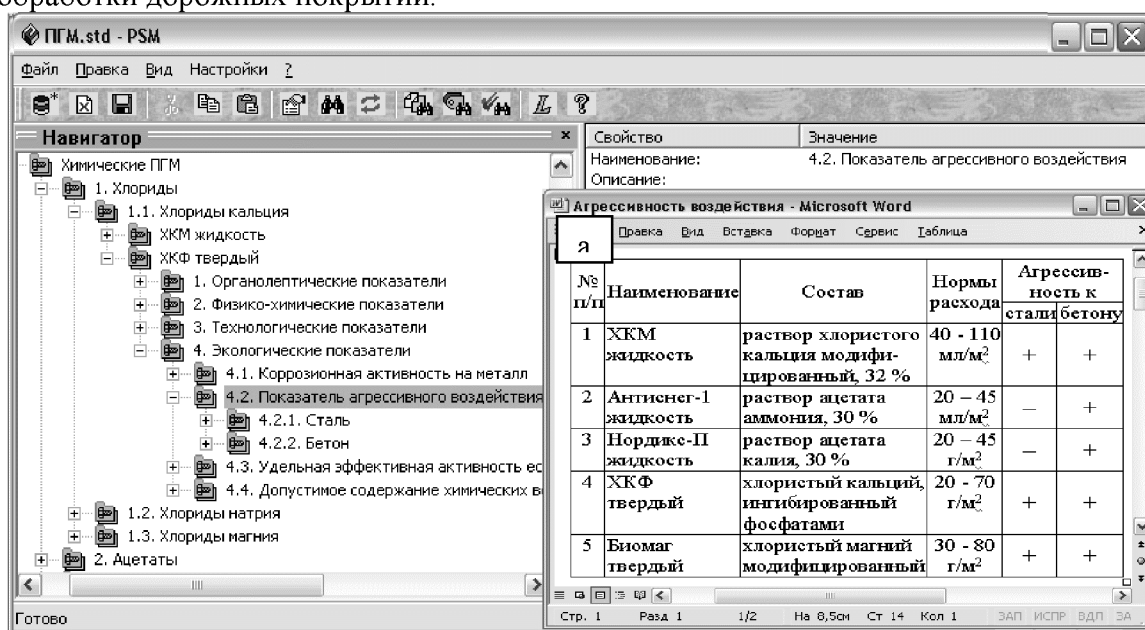


Рисунок 2 – Элемент КМК-системы ПГМ по г. Москве. Экологические показатели: агрессивность ПГМ к стали и бетону

В базы данных созданного нами CALS-проекта КМК-системы (рисунок 2) занесены индикаторы качества противогололедных материалов, применяемых на автомагистралях г. Москвы по «Временной инструкции по технологии зимней уборки проезжей части улиц и проездов с применением химических противогололедных реагентов» УЖКХ Правительства Москвы [4]. Проведенные по этим индикаторам испытания показали, что жидкие противогололедные материалы в силу однородности своего состава, как правило, удовлетворяют предъявляемым требованиям, в то время как характеристики твердых образцов химических ПГМ не всегда соответствуют нормам.

На основании системного анализа результатов аналитического мониторинга выявлены 3 основных показателя, являющихся лимитирующими при выборе ПГМ: массовая доля растворимых солей, зерновой состав и водородный показатель (рН). Несоответствия нормам данных показателей могут быть объяснены рядом причин:

- по показателям «Массовая доля хлористого кальция и хлористого натрия» наиболее вероятно, что несоответствие вызвано неоднородностью продукта, представляющего собой механическую (а не компактированную) смесь входящих в его состав компонентов;
- по показателю «рН» несоответствие также может быть вызвано неоднородностью продукта, поскольку в некоторых случаях даже при соответствии установленным требованиям соотношения массовых долей хлористого кальция и хлористого натрия было замечено существенное завышение содержания хлористого кальция и занижение содержания хлористого натрия по сравнению со среднестатистическими результатами, что влияет на величину рН;
- по показателю «Зерновой состав» несоответствие может быть вызвано следующими при-

чинами: особенностями производства ПГМ (например, неоснащенность промышленными ситами нужного размера или надлежащего качества), неправильным хранением ПГМ на базе или в процессе транспортирования, в результате чего продукт слеживается.

Рассматриваемый для Москвы ассортимент включает в себя 5 наименований ПГМ на основе хлоридов и ацетатов (рисунок 2а): «ХКМ жидкость», «Антиснег-1 жидкость», «Нордикс-П жидкость», «ХКФ твердый» и «Биомаг твердый». Противогололедные материалы «Антиснег-1 жидкость» и «Нордикс-П жидкость» представляют собой 30% растворы ацетатов аммония и калия соответственно, имеют одинаковые нормы расхода 20-45 мл/м² и агрессивны только по отношению к бетону. ПГМ на основе хлористого кальция «ХКМ жидкость» и «ХКФ твердый» представляют собой 32% модифицированный раствор и хлористый кальций, ингибированный фосфатами, соответственно. Эти ПГМ агрессивно воздействуют как на сталь, так и на бетон и имеют нормы расхода 40-110 мл/м² и 20-70 г/м² соответственно. В рассматриваемый ассортимент также входит ПГМ «Биомаг твердый», представляющий собой хлористый магний модифицированный. Как и реагенты на основе хлористого кальция, «Биомаг твердый» агрессивно воздействует на сталь и бетон и имеет нормы расхода 30-80 г/м².

Ввод, редактирование и анализ информации по показателям качества проводился в комплексе PDM STEP Suite Enterprise Edition (PSS-EE), на который нами приобретена лицензия (APL-3451631-01). Применение CALS-стандарта (ISO 10303) при разработке информационной системы аналитического мониторинга позволяет повысить качество и оперативность аналитических исследований. В конечном итоге, выбранная информационная технология позволяет создать эффективную систему контроля качества химических ПГМ, соответствующую международным стандартам.

Литература

1. Платонов А.П. Меры снижения воздействия противогололедных материалов на придорожные территории // Наука и техника в дорожной отрасли. 1997. № 2. с. 11-17.
2. Bessarabov A.M., Zhdanovich O.A., Yaroshenko A.M., Zaikov G. E. Development of an analytical quality control system of high-purity chemical substances on the CALS concept basis // Oxidation Communications. 2007. Vol. 30, No 1. P. 206–214.
3. Bessarabov A.M., Zhdanovich O.A., Yaroshenko A.M., Zaikov G.E. Development of information CALS-technologies in the industry of chemical reagents and high-pure substances // Journal of the Balkan Tribological Association. 2005. Vol. 11, № 3. P. 429-437.
4. Глушко А.Н., Степанова Т.И., Подмарева О.Н., Бессарабов А.М. Анализ региональной транспортной инфраструктуры на примере противогололедных материалов // Сб. научных трудов X Межд. научно-практич. конф. «Партнерство бизнеса и образования в инновационном развитии региона». Тверь, ТФ МЭСИ, 27 октября 2011 г., с. 126-129.

CALS-технология для выбора аналитического оборудования на примере мониторинга ассортимента органических растворителей

д.т.н. проф. Бессарабов А.М., Трынкина Л.В., к.х.н. Трохин В.Е., к.х.н. Вендило А.Г.,
к.т.н. доц. Гордеева Е.Л.*

*Научный центр «Малотоннажная химия», * Университет машиностроения*

Аннотация. Разработана экспертная система для выбора аналитического оборудования и метода анализа особо чистых веществ (на примере ассортимента органических растворителей). Базы знаний разработаны на основе информационных CALS-технологий и структурированы по областям применения, анализируемым веществам, показателям качества, методам анализа и аналитическим приборам. В свою очередь, база знаний по аналитическим приборам структурирована по 4-м основным кластерам показателей качества: содержание основного вещества, ка-