

Д.Е. Есентай

Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова

**ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ
НА СНИЖЕНИЯХ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ЦЕМЕНТОБЕТОНА**

Аннотация. В данной статье были проанализированы проблемы ликвидации зимних видов скользкости на автомобильных дорогах с твердым покрытием с использованием химических реагентов. В статье проанализированы результаты испытаний с использованием традиционных (хлористых) и не традиционных химических реагентов и их влияния на прочностные свойства цементобетона.

Ключевые слова: скользкость, шелушение, выкрашивание, прочность цементобетона, противогололедный химический реагент.

Актуальность. В настоящее время на территории Казахстана существенно увеличились автомобильные дороги республиканского значения с твердым типом покрытия. В процессе эксплуатации данных автомобильных дорог возрастают и требования к содержанию, и обеспечению безопасности дорожного движения. Особенно сказываются неблагоприятные условия для движения автомобилей зачастую возникающие в зимнее период времени, когда движение на дорогах усложняется с появлением различных видов снежно-ледяных образований. Известно, что практически во всех странах для ликвидации таких образований широко применяются химические реагенты. Для автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием химические реагенты существенной опасности не представляют, т.к. битумосодержащие материалы практически не пропускают жидкие химические растворы в тело дорожной одежды. В отличие от этого, цементобетонное покрытие легко подвергается впитыванию влаги. Таким образом, химические растворы легко проникая в тело цементобетона способствует повреждению покрытия. Этот процесс в климатических зонах с резко континентальным климатом сугубо обостряет вероятность отслоения цементного камня с последующим выкрашиванием бетона (шелушение) и потерю прочности из-за низкой устойчивости данного материала

Новизна: экспериментальными путями установлена оптимальная концентрация химических противогололедных растворов, не влияющие на прочностные свойства (шелушения, выкрашивания и т.п.) цементобетона.

Постановка задачи. Определить влияние противогололедных химических реагентов на разрушение цементобетона и подбор химического реагента и его оптимальной концентрации применительно для автомобильных дорог с цементобетонным покрытием в зависимости от природно-климатических условий.

Методы проведения испытаний. Для изучения вышеизложенных факторов, испытание проводились в двух этапах: первое, визуальная оценка разрушения

бетона (шелушение, выкрашивание) от воздействия растворов противогололедных реагентов; второе, определение потери прочности цементобетонных образцов от воздействия химических растворов при различных концентрациях.

Для проведения экспериментальных исследований использовались следующие приборы и оборудования: комплекс ареометров для определения плотности раствора, высокоточные электронные весы, морозильная камера, гидравлический пресс для испытания образца цементобетона на прочность после выдержки образцов в химических растворах.

Процесс выполнения испытаний. Определение прочностных свойств цементобетона под влиянием различных видов реагента при распределении их в качестве противогололедных реагентов и выбор их оптимальной концентрации. Для эксперимента принимались различные виды реагентов, в том числе и негигроскопические, то есть технический карбамид и ацетат аммония (рисунок 1).



Рисунок 1 – Используемые противогололедные материалы, приборы и оборудования

Результаты исследований. Подбор реагентов осуществлялась в соответствии с [1,2].

Первоначально, т.е. на *первом этапе*, в лабораторных условиях в соответствии [3] подготовились цементобетонные образцы марки В30 и В35, применяемых для автомобильных дорог с цементобетонным покрытием.

На *втором этапе* осуществлялся подбор противогололедных химических реагентов и в лабораторных условиях подготавливались растворы в полиэтиленовых ваннах с концентрацией 8% (минимум) и 25% (максимум). Здесь в качестве противогололедных материалов применялись: а) традиционные хлористые материалы, как хлористый натрий (NaCl) [4] и хлористый магний 6-ти водный (бишофит) ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) [5]; б) негигроскопические материалы, как ацетат аммония ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) [6] и технический карбамид (мочевина) ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$) [7].

На *третьем этапе* заранее подготовленные образцы были погружены в полиэтиленовые ванны с соответствующими концентрациями и видами раствора. Затем с момента погружения образцов в раствор началось ведение учета времени. На рисунке 2а представлены результаты визуальной оценки. Как видите,

не все образцы подверглись разрушению. Например, верхние 4 образца и 2 нижних правых образцов практически не подверглись разрушению, а на 2-х нижних левых образцах наблюдалось структурное разрушение.

На *четвертом этапе* цементобетонные образцы после выдержки (в 3-х дневной, недельной, 15-ти дневной, месячной), испытывались гидравлическим прессом на прочность при сжатии. Результаты испытание представлены на рисунке 2б.

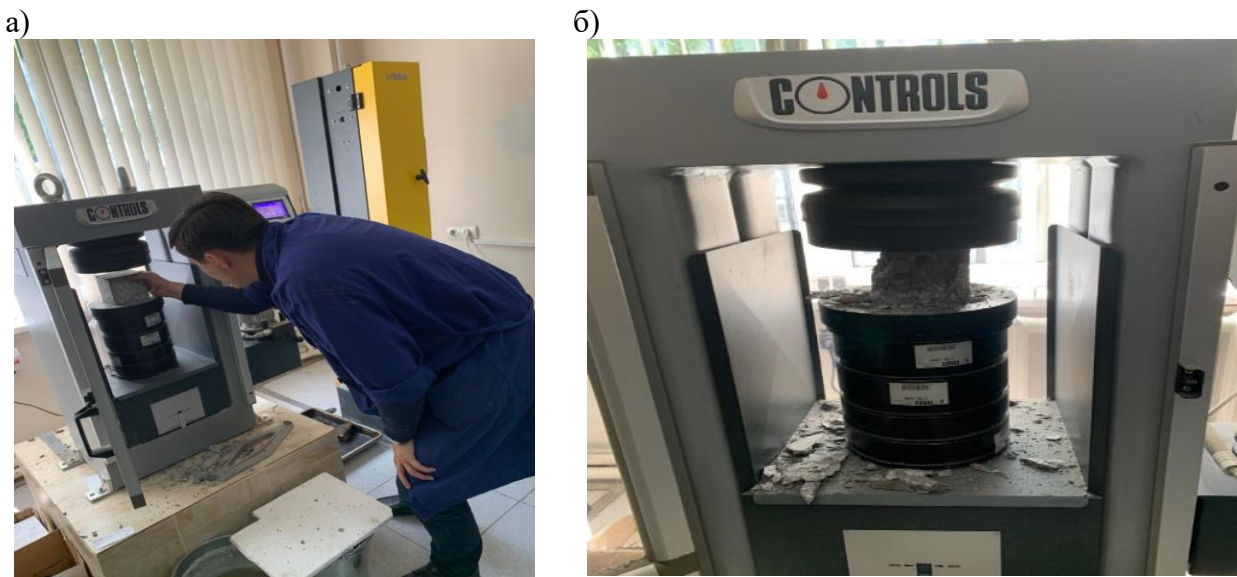
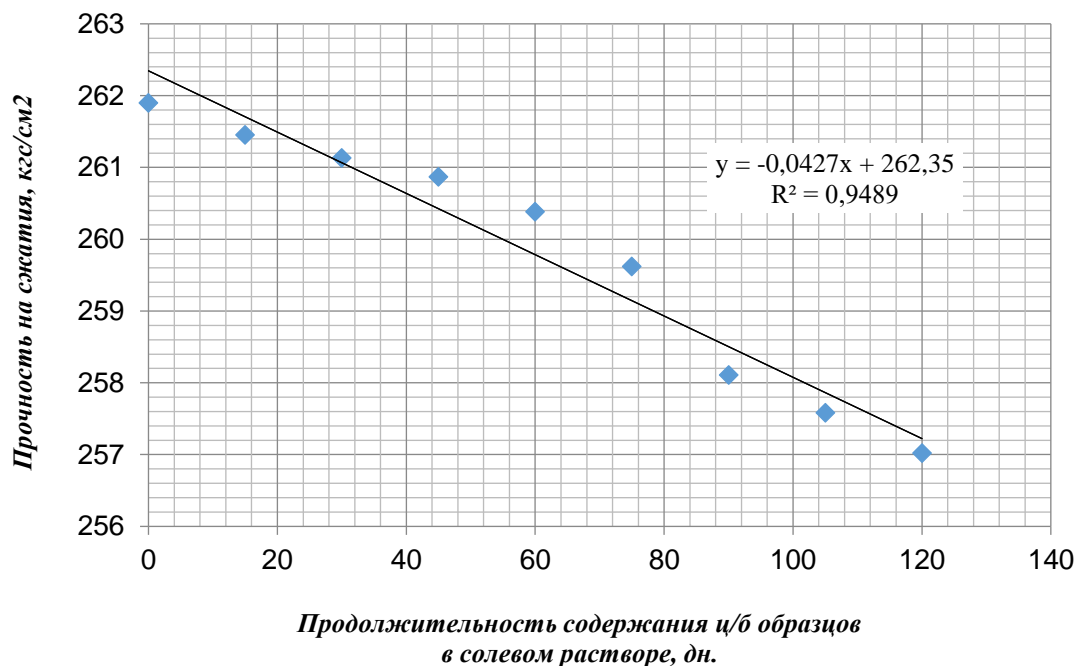


Рисунок 2 – Визуальный вид образцов цементобетона после выдержки (а) и испытание их на гидравлическом прессе (б)

Результаты лабораторных исследований КазАДИ (2019г.) проводились на автомобильной дороге на дороге «Западная Европа – Западный Китай» (км 70-74) и «Алматы–Усть-Каменогорск» (км 27-32) Казахстана, особенно на вновь эксплуатируемых участках, была установлена зависимость между содержанием цементобетонного образца марки В30 и В35 в химическом растворе и ее прочностью нами была установлена зависимость между содержанием цементобетонного образца марки В30 и В35 в соленом растворе и ее прочностью. Как видно на рисунке 3.4, при 4 месячном выдерживании в 20 %-й концентрации хлористонариевого раствора потеря прочности бетона марки В30 составляет 1,8 %, а марки В35 – 0,29 %. Однако, на практике исключается 4-х месячное воздействие цементобетонных покрытий солевым раствором (рисунок 3).

Для анализа активности вступления противогололедных реагентов, т.е. рентгенофазового анализа, в физико-рентгеновской лаборатории (г. Алматы, 2019 г.) нами были установлены рентгенограмма для некоторых реагентов, как уксуснокислый аммоний ($C_2H_7NO_2$), хлористый натрий ($NaCl$, технический карбонид (мочевина $CO(NH_2)_2$ и шестиводный хлористый магний (бишофит, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$).

а)



б)

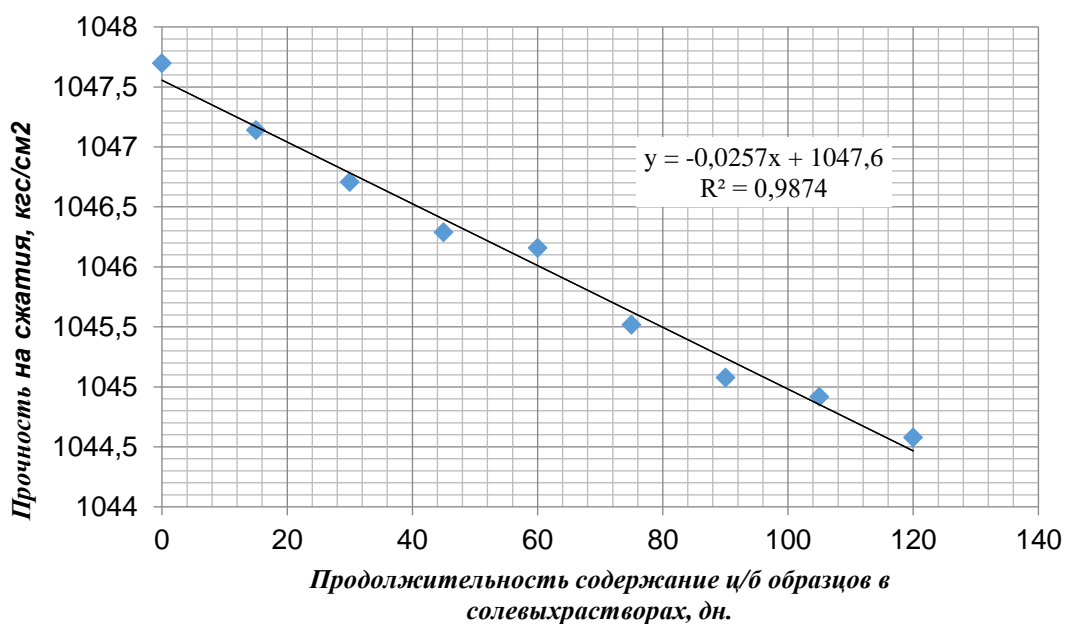


Рисунок 3 – Потеря прочности цементобетонных образцов в солевых растворах:
а – для бетона марки В30; б – для бетона марки В35.

При этом рентгенофазовые показатели испытывались на дифрактометре ДРОН-4 в цифровом виде с применением медного излучения.

Режимы съемки образцов следующие: напряжение на рентгеновской трубке 35 kV, ток трубки 20 mA, шаг движения гониометра $0,05^\circ 2\theta$ и время замера интенсивности в точке – 1,5 сек. Во время съемки образец вращался в собственной плоскости со скоростью 60 об/мин.

Предварительная обработка рентгенограмм для определения углового положения и интенсивностей рефлексов проводилась программой Fpeak. При проведении фазового анализа использовалась программа PCPDFWIN с базой дифрактометрических данных PDF-2.

Все образцы истирались в вибрационной мельнице, т.к. для проведения анализа размеры частиц должны быть не более 50 мк.

Образец: аммоний уксуснокислый ($C_2H_7NO_2$). Возможно, в образце присутствует еще одна фаза в очень малом количестве, которая представлена слабыми по интенсивности линиями с $d=6,6304 \text{ \AA}$ и $d=3,1390 \text{ \AA}$.

Результаты анализа испытания.

Таким образом, применение химических реагентов весьма эффективно уменьшает силы сцепления между снежно-ледяными образованиями и цементобетонным покрытием по сравнению с «чистым» льдом: при плотности распределения $q_n=50 \text{ г/м}^2$ хлориды в 10-15 раз, а при $q_n = 100 \text{ г/м}^2$ в 20-30 раз. При использовании 3-компонентной противогололедной смеси «Бишофит-Мочевина-Техническая соль» получаем наименьшее усилие сдвига. Жидкие противогололедные химические вещества (рассолы) в свою очередь подразделяются на: слабые – 50-150, крепкие – 150-320, весьма крепкие – 320-500 и предельно насыщенные более 500 г/л.

Резюме.

По результатам наших исследований наиболее эффективным материалом для борьбы со скользкостью на цементобетонных покрытиях оказался карбамид, т.к. при этом потеря прочности на 2 % ниже, чем бишофита.

Литература:

1. Киялбаев А., Киялбай С.Н. Эксплуатация автомобильных дорог. Учебное пособие. /под ред. д.т.н., проф. Киялбаева А.К. – Москва-Алматы: МААДО, КазАДИ. 2017. – 343 с.
2. ПР РК 218-64-2007 Инструкция по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах общего пользования. – Астана: Минтранском РК, 2008. – 96 с.
3. ГОСТ 7473-2010 – Смеси бетонные. Общие требования к методам испытаний. Дата введения 2011 г. – 9 с.
4. ГОСТ 4233-77 – Реактивы. Натрий хлористый. Технические условия. Дата актуализации 2019 г. – 8 с.
5. ГОСТ 7759-73. Реактивы. Хлористый магний технический. Технические условия. Дата актуализации 2017 г. – 11 с.
6. ГОСТ 3117-78 Реактивы. Аммоний уксуснокислый. Технические условия. Дата актуализации 2019 г. – 8 с.
7. ГОСТ 2081-2010. Карбамид. Технические условия. Дата введения 2010 г. – 9 с.

References:

1. Kiyalbaev A., Kiyalbai S.N. *Operation of highways. Tutorial. / ed. Doctor of Technical Sciences, prof. Kiyalbaeva A.K. - Moscow-Almaty: MAADO, KazADI. 2017. -- 343 p.*
2. *PR RK 218-64-2007 Instructions for the fight against winter slipperiness on public roads. - Astana: Ministry of Transport of the Republic of Kazakhstan, 2008. -- 96 p.*
3. *GOST 7473-2010: Concrete mixtures. General requirement for test methods. Date of introduction 2011 - 9 s.*
4. *GOST 4233-77 - Reagents. Sodium chloride. Technical conditions. Update date 2019 - 8 p.*
5. *GOST 7759-73. Reagents. Technical magnesium chloride. Technical conditions. Update date 2017 - 11 p.*
6. *GOST 3117-78 Reagents. Ammonium acetic acid. Technical conditions. Update date 2019 - 8 p.*
7. *GOST 2081-2010. Urea. Technical conditions. Date of introduction 2010 - 9 s.*

Д. Есентай

Қазақ автомобиль-жол институты. Л.Б. Гончаров

ТАЙҒАҚҚА ҚАРСЫ ХИМИЯЛЫҚ РЕАГЕНТТЕРДІҢ ЦЕМЕНТ-БЕТОННЫҢ БЕРІКТІК ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ТӨМЕНДЕУІНЕ ӘСЕРІ

Аңдатпа. Бұл мақалада химиялық реагенттерді қолдана отырып, қатты жабынды автомобиль жолдарындағы қысқы тайғақ түрлерін жою мәселелері талданды. Мақалада дәстүрлі (хлорлы) және дәстүрлі емес химиялық реагенттерді пайдалану арқылы сынау нәтижелері және олардың цемент-бетонның беріктік қасиеттеріне әсері талданады.

Түйінді сөздер: тайғақ, қабыршақтану, бояу, цемент-бетонның беріктігі, тайғаққа қарсы химиялық реагент.

D.E.Yesentai

Kazakh Automobile and Road Institute named after L. B. Goncharov

INFLUENCE OF ANTI-ICE CHEMICALS ON REDUCTION OF STRENGTH PROPERTIES OF CEMENT CONCRETE

Abstract. In this article were analyzed the problems of liquidation winter slipperiness on the roads with hard surface using chemical reagents. The article analyzes the results of tests using traditional (chloride) and non-traditional chemical reagents and their influence on the strength properties of cement concrete.

Keywords: slipperiness, peeling, painting, strength of cement concrete, deicing chemical reagent.