СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

DOI 10.15593/2409-5125/2018.03.05

УДК 624.154.5

А.А. Красницкая¹, В.А. Шаманов²

¹ОАО «ВНИПИнефть», филиал в г. Пермь

²Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ДОРОЖНЫХ ПЛИТ

Приведены возможные причины преждевременного разрушения дорожных плит, а именно: низкая морозостойкость бетона, завышенное значение В/Ц, высокий расход цемента, высокая истираемость бетона, недостаточная прочность бетона на сжатие и на изгиб, параметры уплотнения бетонной смеси, характеристики порового пространства, превышение допустимых эксплуатационных нагрузок, применение агрессивных по отношению к бетону реагентов (пескосоляные смеси, растворы щелочей или кислот, нефтепродукты) и пр. Рассмотрен порядок выявления действительных причин разрушения железобетонных плит на примере устройства дорожного покрытия временной парковки для автомобилей на территории Верхнечонского нефтегазоконденсатного месторождения. В ходе проведения экспертизы было установлено, что причины разрушения поверхностного слоя железобетонных плит ПДН не связаны с качеством работ по их укладке ввиду наличия уклона по поверхности плит ПДН, препятствующего местному скоплению воды. Показано, что причины разрушения поверхностного слоя железобетонных плит ПДН не связаны с превышением допустимых эксплуатационных нагрузок и применением хлорсодержащих противогололедных реагентов. Результаты анализа предоставленных документов позволили выявить несоответствие качества фактических использованных материалов (мелкий заполнитель – песок, цемент, химическая добавка) требованиям стандартов. Принимая во внимание результаты проведенных исследований, а также данные литературного анализа в области долговечности дорожных бетонов, можно утверждать, что основными причинами разрушения предварительно напряженных дорожных плит ПДН, использованных для устройства дорожного покрытия временной автомобильной парковки на территории Верхнечонского нефтегазоконденсатного месторождения, являются применение при изготовлении предварительно напряженных дорожных плит типа ПДН сырьевых материалов, не соответствующих требованиям отечественных стандартов.

Ключевые слова: дорожный бетон, экспертиза, плита, ПДН, разрушение, дефект, долговечность.

Красницкая А.А., Шаманов В.А. Выявление причин разрушения поверхностного слоя предварительно напряженных дорожных плит // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2018. – № 3. – С. 56–67. DOI: 10.15593/2409-5125/2018.03.05

Krasnitskaia A.A., Shamanov V.A. Detection of causes of destruction of surface layer of reinforced concrete road slabs. PNRPU. Applied ecology. Urban development. 2018. No. 3. Pp. 56-67. DOI: 10.15593/2409-5125/2018.03.05

Не секрет, что топливно-энергетический комплекс играет особую роль в развитии России. При этом доминирующее положение по объемам потребления сохраняется за топливно-энергетическими ресурсами органического происхождения – более 90 %. Остальное – энергия АЭС, ГЭС и возобновляемых источников [1]. Несмотря на планы по снижению добычи нефти к 2030 г. [2], в различных регионах Российской Федерации продолжают работы по строительству и обслуживанию промышленных нефтепромысловых объектов и сооружений.

Доставка строительных материалов и изделий к нефтепромысловым объектам осуществляется различными видами транспорта: железнодорожным, автомобильным, водным и т.д. Между тем наибольшей популярностью при организации перевозок и проведении строительно-монтажных работ пользуется автомобильный транспорт: панелевозы, автобетоносмесители, самосвалы, трубовозы и пр., требующие устройства дорожного полотна.

Учитывая высокие темпы строительства, минимизацию трудовых и финансовых затрат, при устройстве дорожного полотна предпочтение отдают дорожным покрытиям сборного типа, в частности предварительно напряженным дорожным железобетонным плитам типа ПДН. Помимо прочих достоинств, такие плиты можно многократно использовать при устройстве временных проездов к нефтепромысловым сооружениям. Однако в последнее время многократное использование железобетонных плит становится невозможным ввиду низкого качества самих изделий: спустя 3–9 месяцев их эксплуатации наблюдается разрушение поверхностного слоя плит, образование трещин и сколов, коррозия арматуры и пр.

Следует отметить, что выявлением причин разрушения дорожных плит различного назначения занимаются многие отечественные и зарубежные ученые [3–6]. Систематизируя результаты их исследований, можно выделить следующие возможные причины преждевременного разрушения дорожных плит: низкая морозостойкость бетона, завышенное значение В/Ц, высокий расход цемента, высокая истираемость бетона, недостаточная прочность бетона на сжатие и на изгиб, параметры уплотнения бетонной смеси, характеристики порового пространства, превышение допустимых эксплуатационных нагрузок, применение агрессивных по отношению к бетону реагентов (пескосоляные смеси, растворы щелочей или кислот, нефтепродукты) и пр.

При этом в отдельных случаях наблюдается влияние лишь 2–3 факторов, которые в действительности приводят к разрушению дорожных плит. Поэтому установление действительных причин появления и развития дефектов в отдельных партиях дорожных железобетонных плит является актуальным.

Как было сказано ранее, на разрушение железобетонных дорожных плит оказывает влияние множество различных факторов, которые можно объединить в отдельные группы: производственные факторы (качество исходных компонентов: вяжущего, крупного и мелкого заполнителей, воды, добавок; качество перемешивания и уплотнения бетонной смеси, режимы тепловлажностной обработки и пр.); эксплуатационные факторы (превышение допустимых нагрузок, применение агрессивных по отношению к бетону реагентов и пр.).

Рассмотрим порядок выявления действительных причин разрушения железобетонных плит на примере устройства дорожного покрытия временной парковки для автомобилей на территории Верхнечонского нефтегазоконденсатного месторождения, которое является одним из крупнейших месторождений нефти и газового конденсата в Катангском районе Иркутской области Российской Федерации.

В соответствии с планом реализации проекта организации строительства для организации парковочных мест для временной парковки автомобилей возле административно-бытового корпуса были произведены работы по укладке предварительно напряженных железобетонных дорожных плит типа ПДН. Работы по укладке плит были выполнены в феврале 2014 г. При этом, согласно проекту устройства дорожного покрытия, при организации дорожных одежд для дорог III и IV категории в районах Западной Сибири работы по устройству покрытия необходимо выполнять в две стадии. На первой стадии на полностью отсыпанное земляное полотно укладывают плиты без омоноличивания швов и открывают движение транспорта. На второй стадии строительства дорожной одежды предусматриваются следующие работы: демонтаж плит, планировка верха земляного полотна, укладка геотекстильного материала под швы, укладка плит, сварка стыковых скоб, заполнение швов пескоцементным раствором, заливка швов битумно-полимерной мастикой, досыпка обочин.

Однако в процессе эксплуатации плит на их поверхностях появились дефекты в виде разрушения защитного слоя бетона (рис. 1), вплоть до оголения арматуры и ее коррозии.

В результате дискуссии между заводом-изготовителем и подрядной организации было принято решение о проведении экспертизы и сформулированы вопросы, которые необходимо поставить перед экспертами:

1. Связаны ли причины разрушения поверхностного слоя железобетонных плит ПДН несоответствием плит требованиям нормативной документации по показателям прочности, истираемости, объему вовлеченного воздуха, водонепроницаемости, морозостойкости, применением несоответствующих вяжущих материалов, заполнителей?

2. Связаны ли причины разрушения поверхностного слоя железобетонных плит ПДН с превышением допустимых эксплуатационных нагрузок, применением хлорсодержащих, иных противогололедных реагентов?

3. Связаны ли причины разрушения поверхностного слоя железобетонных плит ПДН с качеством работ по их укладке?

Рис. 1. Разрушение поверхностного слоя и торцов железобетонной плиты ПДН

Примечательно, что завод-изготовитель железобетонных плит ПДН связывал причины разрушения плит с нарушением правил их эксплуатации (вопросы 2 и 3), а по мнению подрядной организации, разрушение плит ПДН связано с проявлением производственных факторов (вопрос 1).

Действительно, одной из причин разрушения поверхностного слоя плит ПДН может являться качество работ по их укладке, а именно: укладка плит без соблюдения требований к уклону для свободного стока поверхностных вод. Это может привести к образованию особых зон с застаиванием воды, способствующих снижению долговечности бетона с последующим его разрушением. Для оценки наличия требуемого уклона площадки и обнаружения мест возможного скопления влаги («концентраторов») на объекте была выполнена тахеометрическая съемка, в ходе которой определяли высотное расположение углов плит ПДН в условной системе координат. По результатам тахеометрической съемки на условную поверхность площадки были нанесены изолинии (рис. 2).

Для лучшего восприятия на рис. 3 отображено объемное изображение поверхности и фотография площадки (снимок со спутника).

Анализируя полученные данные, можно отметить наличие уклона по поверхности плит ПДН, способствующих движению воды от здания к водосборной траншее в поперечном направлении, от проезда к «пустырю» – в продольном. Также следует отметить наличие «концентраторов» в районе въезда на площадку. Однако в указанной зоне встречаются (согласно

схеме расположения дефектных плит) плиты как дефектные, так и с удовлетворительным и хорошим качеством поверхности. Следовательно, причины разрушения поверхностного слоя железобетонных плит ПДН не связаны с качеством работ по их укладке, вызвавших скопление влаги на поверхности плит.

Рис. 2. Высотные линии поверхности плит на площадке

a

б

Рис. 3. Объемное изображение поверхности площадки (*a*) и фотография площадки (снимок со спутника) (*б*)

Другой возможной причиной появления дефектов плит ПДН может являться превышение допустимых нагрузок. В соответствии с разделом 1 серии 3.503.1–91, дорожные плиты рассчитаны для расчетной нормативной нагруз-

ки 50 кН (5 тс, 5000 кг) на колесо трехосного автомобиля. В расчете учтена возможность расположения на плите одного, двух и четырех колес (задней двухосной тележки автомобиля и смежных колес двух колонн автомобилей) при коэффициенте перегрузки $K_{\text{пер}} = 1,1$ и коэффициенте динамики $K_d = 1,2$.

За время осмотра объекта, отбора образцов из плит ПДН, тахеометрической съемки (с 08.07.2015 г. по 3.02.2016 г.) на площадке были расположены легковые автомобили, вахтовые автобусы. Согласно паспортам транспортного средства, разрешенная максимальная масса вахтовых автобусов не превышает 21 500 кг, т.е. не более 3600 кг (3,6 тс) на колесо трехосного транспортного средства. Следует отметить, что плиты ПДН по серии 3.503.1–91 также способны выдержать кратковременную перегрузку (с учетом коэффициента перегрузки $K_{\text{пер}} = 1,1$, т.е. до 5,5 тс) от а/м КамАЗ 6520 с полной массой 33 100 кг (нагрузкой на ось 5500 кг, 5,5 тс), наиболее распространенного при грузовых перевозках сыпучих материалов, например песка или щебня, гравия и пр. (масса перевозимого груза до 20 000 кг, 20 т). Таким образом, анализируя нормативные характеристики плит ПДН и данные паспортов транспортных средств по разрешенной максимальной массе, можно отметить, что превышения допустимых эксплуатационных нагрузок на плиты ПДН не выявлено.

Разрушению плит ПДН может также способствовать применение противогололедных реагентов [7, 8], которые позволяют бороться с обледенением дорожного покрытия за счет снижения температуры замерзания воды и плавления льда. Зачастую в качестве противогололедных реагентов применяют пескосоляные смеси, содержащие ионы хлора. Применение хлорсодержащих реагентов оказывает разрушающее воздействие на бетонные конструкции, за счет выведения гидроксида кальция из тела бетона с образованием хлоридов кальция, разрушающих цементный камень в бетоне. С негативным воздействием ионов хлора на долговечность цементных бетонов связаны ограничения по их содержанию, указанные в различных нормативных документах, например по ГОСТ 24211 содержание хлор-ионов в химических добавках не должно превышать 0,1 %.

Содержание хлор-ионов в тяжелом бетоне плит ПДН определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 5382–91 на 27 предварительно измельченных до наибольшей крупности 1 мм образцах. С каждого образца отбирали пробу с его верхней, средней и нижней части. Связано это с тем, что в случае применения хлорсодержащих реагентов их концентрация будет наибольшей именно в верхней части образца, т.е. в зоне наибольшего разрушения поверхностного слоя. Результаты определения процентного содержания хлор-ионов в тяжелом бетоне плит ПДН приведены в таблице.

Результаты определения содержания хлор-ионов в образцах бетона

Обозначение проб	Рег. номер пробы	Хлор-ион, %
Сейф-пакет №8095846, плита №55088		
Образец №4, верхняя часть	27М3131	> 0,05 (0,030)
Образец №4, средняя часть	27М3132	> 0,05 (0,013)
Образец №4, нижняя часть	27М3133	> 0,05 (0,016)
Образец №5, верхняя часть	27М3134	> 0,05 (0,035)
Образец №5, средняя часть	27М3135	> 0,05 (0,037)
Образец №5, нижняя часть	27М3136	> 0,05 (0,039)
Образец №6, верхняя часть	27М3137	> 0,05 (0,029)
Образец №6, средняя часть	27М3138	> 0,05 (0,016)
Образец №6, нижняя часть	27М3139	> 0,05 (0,018)
Сейф-пакет №8095847, плита №55092		
Образец №4, верхняя часть	27М3140	> 0,05 (0,041)
Образец №4, средняя часть	27М3141	> 0,05 (0,016)
Образец №4, нижняя часть	27М3142	> 0,05 (0,017)
Образец №5, верхняя часть	27М3143	> 0,05 (0,016)
Образец №5, средняя часть	27М3144	> 0,05 (0,037)
Образец №5, нижняя часть	27М3145	> 0,05 (0,016)
Образец №6, верхняя часть	27М3146	0,06 ± 0,03
Образец №6, средняя часть	27М3147	> 0,05 (0,014)
Образец №6, нижняя часть	27М3148	> 0,05 (0,017)
Сейф-пакет №8095848, плита №55524		
Образец №4, верхняя часть	27М3149	> 0,05 (0,038)
Образец №4, средняя часть	27М3150	> 0,05 (0,015)
Образец №4, нижняя часть	27М3151	> 0,05 (0,018)
Образец №5, верхняя часть	27М3152	> 0,05 (0,016)
Образец №5, средняя часть	27М3153	> 0,05 (0,016)
Образец №5, нижняя часть	27М3154	> 0,05 (0,013)
Образец №6, верхняя часть	27М3155	> 0,05 (0,035)
Образец №6, средняя часть	27М3156	> 0,05 (0,017)
Образец №6, нижняя часть	27М3157	> 0,05 (0,016)

Примечание: значения в скобках статистически не обрабатывались и даны для информации.

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что содержание хлор-ионов в образцах тяжелого бетона, отобранных из дефектных плит ПДН, не превышает допустимую величину и составляет менее 0,1 %. Следовательно, причины разрушения поверхностного слоя железобетонных плит ПДН не связаны с превышением допустимых эксплуатационных нагрузок и применением хлорсодержащих противогололедных реагентов.

Как отмечают многие исследователи [4, 9], наиболее распространенной причиной разрушения цементобетонных дорожных плит является нарушение технологических режимов производства, а также применение

сырьевых материалов недопустимого (низкого) качества. Примечательно, что согласно типовой проектной документации – серии 3.503.1–91, разработанной с учетом многолетнего опыта эксплуатации дорожных плит, требуемые прочность и морозостойкость бетона для изготовления плит достигаются применением высококачественных исходных материалов (песка, щебня, цемента), пластифицирующих и воздухововлекающих добавок (объем вовлеченного воздуха в уплотненной бетонной смеси должен составлять 4–6 %), водоцементным отношением (не более 0,38), осадкой конуса 2–4 см, а также режимом пропаривания, исключающего сушку бетона (применение пропаривания с температурой в пропарочной камере 60–65 °С или с температурой 70–75 °С, но с укрытием плит полиэтиленовой пленкой).

По документам о качестве на исходные материалы и паспортам качества на готовую продукцию, предоставленным заводом-изготовителем, было установлено, что при изготовлении плит ПДН применялись: природный песок для строительных работ ОАО «ПЗСМиК», химическая добавка для бетонов и строительных растворов суперпластификатор «Полипласт СП-1», портландцемент с минеральными добавками ЦЕМ II/A-Ш 32,5Б ОАО «Горнозаводскцемент», гравий смеси фракций 5-20 ОАО «ПЗСМиК».

Анализ документов показал, что природный песок для строительных работ по показателю модуля крупности ($M_k = 1,62$) не соответствует требованиям серии 3.503.1–91 (M_k не менее 2,0). Портландцемент с минеральными добавками ЦЕМ II/A-Ш 32,5Б не является цементом с нормированным минералогическим составом, характеризуется содержанием C_3A , равным 8 %, т.е. на верхней границе допуска по ГОСТ 26633 и ГОСТ 10178 (согласно п. 1.14 ГОСТ 10178 для бетона дорожных и аэродромных покрытий должен поставляться цемент, изготавливаемый на основе клинкера нормированного состава с содержанием трехкальциевого алюмината (C_3A) в количестве не более 8 % по массе). Химическая добавка суперпластификатор «Полипласт СП-1» не является воздухововлекающей добавкой, и ее применение в бетонах не обеспечивает требуемого (нормируемого) воздухововлечения в бетонную смесь [10, 11].

В результате определения прочности при сжатии бетона по образцам, отобраным из конструкции плит, было установлено, что класс фактический бетона соответствует требуемому (В30) и составляет от 29,3 до 48,9, при этом средняя плотность испытанных образцов находится в пределах от 2332 до 2400 кг/м³. Следует отметить, что такие показатели прочности тяжелого бетона (с учетом качества примененных сырьевых материалов)

могут быть достигнуты за счет высокого содержания цемента. Например, согласно СНиП 82-02-95, базовый расход цемента для получения 1 м³ тяжелого бетона класса по прочности В30, твердеющего в естественных условиях, составляет 415 кг, а для класса В40 – 550 кг. В условиях тепловой обработки эти нормы увеличиваются на 15–20 %: до 480 и 600 кг соответственно. Многие авторы [12, 13] прямо или косвенно подтверждают негативное влияние большого расхода цемента на показатели их долговечности (в первую очередь, морозостойкости), тем более в случае применения цементов ненормированного минералогического состава с высоким содержанием С₃А.

Обусловлено это тем, что высокое содержание алюминатов кальция способствует увеличению пористости тяжелого бетона за счет высокой контракции (химической усадки) цемента при его гидратации [14]. При этом повышается вероятность растворения метастабильных кристаллогидратов и, как следствие, снижается морозостойкость бетона [15].

Таким образом, принимая во внимание результаты проведенных исследований, а также данные литературного анализа в области долговечности дорожных бетонов, можно утверждать, что основными причинами разрушения предварительно напряженных дорожных плит ПДН, использованных для устройства дорожного покрытия временной автомобильной парковки на территории Верхнечонского нефтегазоконденсатного месторождения, являются применение при изготовлении предварительно напряженных дорожных плит типа ПДН сырьевых материалов, не соответствующих требованиям отечественных стандартов: речного песка с модулем крупности менее 2,0, общестроительного портландцемента ненормированного минералогического состава с высоким содержанием С₃А, использованием химической добавки, не обеспечивающей нормированное воздухововлечение в бетонную смесь.

При этом существенного влияния других факторов на преждевременное разрушение дорожных плит, таких как превышение допустимых эксплуатационных нагрузок, применение хлорсодержащих или иных противогололедных реагентов, а также нарушение технологии выполнения работ по укладке железобетонных плит в дорожное полотно, не выявлено.

Библиографический список

1. Гребнев В.Д., Мартюшев Д.А., Хижняк Г.П. Строительство нефтегазопромысловых объектов. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 115 с.
2. Основные тенденции развития мирового рынка нефти до 2030 года // Офиц. сайт компании «ЛУКОЙЛ». – Раздел «Бизнес». – URL: <http://www.lukoil.ru/FileSystem/PressCenter/84523.pdf> (дата обращения: 01.03.2018).

3. Zhou S. B., Shen A. Q. The Relationship between Concrete Road Performance and Salt Frost // *Advanced Materials Research*. – 2013. – Vol. 857. – P. 271–276.
4. Морозов Н.М., Красникова Н.М., Боровских И.В. Факторы, влияющие на разрушение бетона дорожных плит // *Инженерно-строительный журнал*. – 2015. – № 7. – С. 30–38.
5. Кунцевич О.В. Бетоны высокой морозостойкости для сооружений Крайнего Севера. – Л.: Стройиздат, 1983. – 132 с.
6. Пути повышения долговечности дорожных железобетонных плит / С.О. Андриянова, Э.Ф. Шамсутдинов, М.М. Фаттахов, П.А. Федоров, М.М. Абдуллин // *Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья*. – 2014. – №1. – С. 15–17.
7. Aguirre A. M., Mejía de Gutiérrez R. Durability of reinforced concrete exposed to aggressive conditions // *Materiales de Construcción*. – 2013. – Vol. 63 (309). – P. 7–38.
8. Experimental study on anti-icing and deicing performance of polyurethane concrete as road surface layer / Jun Chen, Xie Ma, HaoWang, Pengyu Xie, Wei Huang // *Construction and Building Materials*. – 2018. – Vol. 161. – P. 598–605.
9. Стеблюк А.Н. Исследование сырьевых материалов для дорожного бетона // *Вестник Сибирского государственного индустриального университета*. – 2012. – № 1. – С. 44–46.
10. Толмачев С.Н., Беличенко Е.А. Влияние вовлеченного воздуха на свойства дорожных бетонов и фибробетонов // *Строительные материалы*. – 2017. – № 1–2. – С. 68–72.
11. Преимущества применения суперпластификатора «Полипласт СП-1» в составе формовочных смесей / Е.Л. Фурман, Н.Ю. Новожилов, И.А. Цепилова, А.Б. Филькенштейн // *Литейщик России*. – 2006. – № 7. – С. 42–44.
12. Оптимизация состава цементного бетона для аэродромных покрытий / Н.М. Красникова, Н.М. Морозов, О.В. Хохряков, В.Г. Хозин // *Известия КазГАСУ*. – 2014. – № 2. – С. 166–172.
13. Прогнозирование долговечности базальтофибробетона, модифицированного наноструктурными добавками / К.А. Сарайкина, В.А. Шаманов, В.А. Голубев, Г.И. Яковлев // *Строительные материалы*. – 2017. – № 1-2. – С. 41–44.
14. Поровая структура дорожного бетона / М.К. Пшембаев, В.В. Гиринский, Я.Н. Ковалев, В.Н. Яглов, С.С. Будниченко // *Наука и техника*. – 2016. – Т. 15, № 4. – С. 298–307.
15. Шейнин А.М. Цементобетон для дорожных и аэродромных покрытий. – М.: Транспорт, 1991. – 151 с.

References

1. Grebnev V.D., Martiushev D.A., Khizhniak G.P. Stroitel'stvo neftegazopromyslovykh ob'ektov [The construction of oil and gas objects]. – Perm': Izdatel'stvo PNIPU, 2012. – 115 p.
2. Osnovnye tendentsii razvitiia mirovogo rynka nefti do 2030 goda [The main trends in the development of the world oil market until 2030] // *Ofitsial'nyi sait kompanii «Lukoil», razdel «Biznes»*. URL: <http://www.lukoil.ru/FileSystem/PressCenter/84523.pdf>.
3. Zhou S. B., Shen A. Q. The Relationship between Concrete Road Performance and Salt Frost // *Advanced Materials Research*. 2013. Vol. 857. pp. 271–276.
4. Morozov N.M., Krasnikova N.M., Borovskikh I.V. Faktory, vliiaushchie na razrushenie betona dorozhnykh plit [Factors affecting the deterioration of concrete pavement slabs] // *Inzhenerno-stroitel'nyi zhurnal* 2015. no.7. pp. 30-38.
5. Kuntsevich O.V. Betony vysokoi morozostoikosti dlia sooruzhenii Krainego Severa [Concretes with high frost resistance for the plants of the far North]. L.: Stroizdat, 1983. 132 p.
6. Andrianova S.O., Shamsutdinov E.F., Fattakhov M.M., Fedorov P.A., Abdullin M.M. Puti povysheniia dolgovechnosti dorozhnykh zhelezobetonnykh plit [Ways of increase of durability of road reinforced concrete plates] // *Transport i khranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo syr'ia*. 2014. no. 1, pp. 15-17.
7. Aguirre A. M., Mejía de Gutiérrez R. Durability of reinforced concrete exposed to aggressive conditions // *Materiales de Construcción*. 2013. Vol. 63(309). pp. 7–38.
8. Jun Chen, Xie Ma, HaoWang, Pengyu Xie, Wei Huang. Experimental study on anti-icing and deicing performance of polyurethane concrete as road surface layer // *Construction and Building Materials*. 2018. Vol. 161. Pp. 598-605.

9. Stebliuk A.N. Issledovanie syr'evykh materialov dlia dorozhnogo betona [The study of raw materials for road concrete] // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo industrial'nogo universiteta. 2012. no.1. – pp. 44-46.
10. Tolmachev S.N., Belichenko E.A. Vliianie vovlechennoogo vozdukh na svoistva dorozhnykh betonov i fibrobetonov [Influence of Entrained Air on Properties of Road Concrete and Fibrous Concrete] // Stroitel'nye materialy. 2017. no.1-2. – pp. 68-72.
11. Furman E.L., Novozhilov N.YU., Cepilova I.A., Fil'kenshtejn A.B. Preimushchestva primeneniya superplastifikatora "Poliplast SP-1" v sostave formovочnykh smesey [The advantages of using superplasticizer "Polyplast SP-1" in the composition of the molding compounds] // Litejshchik Rossii. 2006. No. 7. pp. 42-44.
12. Krasnikova N.M., Morozov N.M., Khokhriakov O.V., Khozin V.G. Optimizatsiia sostava tsementnogo betona dlia aerodromnykh pokrytii [Optimization of composition of cement concrete for airfield coverings] // Izvestiia KazGASU. 2014. no.2. pp. 166–172.
13. Saraikina K.A., Shamanov V.A., Golubev V.A., Iakovlev G.I. Prognozirovanie dolgovechnosti bazal'tofibrobetona, modifitsirovannogo nanostrukturnymi dobavkami [Prediction of Durability Basaltfiberconcrete Modified with Nanostructural Additives] // Stroitel'nye materialy. 2017. no. 1-2. pp. 41-44.
14. Pshembaev M.K., Girinskii V.V., Kovalev Ia.N., Iaglov V.N., Budnichenko S.S. Porovaia struktura dorozhnogo betona [Porous Structure of Road Concrete] // Nauka i tekhnika. 2016. vol.15. no.4. – pp. 298-307.
15. Sheinin A.M. Tsementobeton dlia dorozhnykh i aerodromnykh pokrytii [Concrete for road and airfield pavements]. M.: Transport. 1991. 151 p.

Получено 19.07.2018

A.A. Krasnitskaia¹, V.A. Shamanov²

¹OJC "VNIPIneft", branch in Perm, Russian Federation

²Perm National Research Polytechnic University

DETECTION OF CAUSES OF DESTRUCTION OF SURFACE LAYER OF REINFORCED CONCRETE ROAD SLABS

Possible causes of premature destruction of road slabs, namely low frost resistance of concrete, high value of I / C , high cement consumption, high abrasion of concrete, insufficient strength of concrete for compression and bending, parameters of compaction of the concrete mixture, characteristics of the pore space, exceeding the permissible operating loads, the use of aggressive reagents to concrete (sand-salt mixtures, solutions of alkalis or acids, petroleum products, etc.) are given. The order of identification of the real reasons of reinforced concrete plates destruction by the example of arrangement of a road covering of the temporary parking on the territory of the Verkhnechonsky oil and gas condensate field is considered. In the course of the examination it was established that the causes of the destruction of concrete PRT slabs surface layer are not associated with the quality of works on their installation due to the presence of a slope on the surface of the slabs, preventing local accumulation of water. It is shown that the causes of destruction of the surface layer of reinforced concrete PRT slabs are not associated with exceeding the permissible operating loads and the use of chlorine-containing deicing reagents. The results of the analysis of the documents provided allowed identifying the quality discrepancy of the actual materials used (fine aggregate – sand, cement, chemical additive) to the requirements of the standards. It is concluded that the main reasons for the destruction of road

PRT slabs used for the road surface of temporary parking in the territory of Verkhnechonskoye oil and gas condensate field are the use in the manufacture of prestressed road PRT slabs of raw materials that do not meet the requirements of domestic standards.

Keywords: road concrete, expertise, slab, PRT slab, destruction, defect, durability.

Красницкая Анна Алексеевна (Пермь, Россия) – инженер проекта ОАО «ВНИПИнефть», филиал в г. Пермь (614068, г. Пермь, ул. Ленина, 92, e-mail: Krasnickajaann@rambler.ru).

Шаманов Виталий Альбертович (Пермь, Россия) – канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительный инжиниринг и материаловедение» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: shamanov@cems.pstu.ru).

Krasnitskaia Anna (Perm, Russian Federation) – Project engineer, OJSC “VNIPIneft”, branch in Perm (614068, Perm, Lenina str., 92, e-mail: Krasnickajaann@rambler.ru).

Shamanov Vitaliy (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Civil engineering and material science, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: shamanov@cems.pstu.ru).