



УДК 691.115:674 816.2

С.Т. Дуйсебаева

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз

**КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ БЕТОНА С КОЛЛАГЕНОВЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ
В ПЛИТАХ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ**

Строительство помещений для нужд сельского хозяйства всегда было одним из важных вопросов аграрного сектора экономики. Строительные и экологические требования к животноводческим постройкам достаточно высоки, так как от условий содержания, например, стада коров, зависит его производительность. Большую роль играет при этом качество пола в коровнике, так как именно с ним происходит соприкосновение тела животного, его экскрементов.

Как известно, микроклимат в животноводческих помещениях во многом определяется типом полов. Они многообразны и различаются между собой по материалам, конструкции, способам устройства и эксплуатационным характеристикам [1-6].

Полы животноводческих помещений должны отвечать технологическим, зоотехническим, ветеринарным и другим требованиям, предъявляемым к ним нормативными документами. В соответствии с вышесказанным полы в стойлах, боксах и клетках для телят должны быть сплошными, ровными, нескользкими, малотеплопроводными, водонепроницаемыми, стойкими против воздействия сточной жидкости и дезинфицирующих веществ.

Долговечность покрытия пола животноводческих помещений в значительной степени зависит от стойкости материала покрытия и коррозионного воздействия экскрементов животных. Химический состав экскрементов сложен и зависит от вида животных, их возраста, кормового рациона и ряда других факторов. Поэтому для испытаний в качестве коррозионной среды мы приняли растворы, химический состав которых наиболее полно имитирует химический состав экскрементов крупного рогатого скота (КРМ), %: мочевины - 2; калий сернокислый - 0,39; мочева кислота - 0,05; натрий фосфорнокислый - 0,55; кальций хлористый - 0,02; аммоний хлористый - 0,24; магний хлористый - 0,19; натрий хлористый - 0,46; вода - остальное.

Испытанию были подвергнуты бетоны с коллагеновым наполнителем без химических добавок и с добавкой ГВД (гидрофобизирующе-воздухововлекающая добавка) при К/Д=0,33, 0,49 и 0,66. Контрольными объектами служили образцы тяжелого бетона без коллагена. Испытания проводили по методикам, приведенным в работах [7, 8]. Результаты испытаний представлены в таблице.

Испытания, проведенные в течение 180 сут., показали, что образцы бетона с коллагеновым наполнителем без ГВД имеют сравнительно низкую стойкость в агрессивной среде экскрементов (такие сроки испытаний нами приняты в связи с тем, что животные в стойлах находятся примерно полгода, а остальное время - на пастбищах, т.е. в отгоне).

Так, например, коэффициент стойкости этих бетонов на 29-18,5% меньше коэффициента стойкости контрольных образцов. При этом значительная потеря прочности и массы отмечается у образцов с К/Ц =0,66 без добавки ГВД. Линейные деформации этих

образцов также велики - они почти в 10 раз выше деформаций контрольных образцов. Визуальная оценка состояния этих образцов показала, что углы и ребра у них закруглились, но образования трещин и покривления не отмечено. Вероятно, сохранению формы способствуют коллагены, играющие роль дисперсной арматуры. Значительная потеря массы, очевидно, объясняется низкой стойкостью цементного камня в данных агрессивных средах. По-видимому, применив кислотостойкий цемент, можно повысить коэффициент стойкости таких образцов без применения вторичной защиты. В случае отсутствия можно повысить долговечность этих образцов применением вторичной защиты. Однако эти рекомендации не входят в задачу данных исследований и требуют детального изучения.

Вид бетона	Показатель относительной стойкости бетона			
	Потеря массы, %	Δl , мм/м	$K_{\text{Риag}}$	$K_{\text{Рсж}}$
Бетоны с коллагеновым наполнителем без добавки ГВД:				
К/Ц=0,33	12,3	1,1	0,72	0,71
К/Ц=0,49	15,2	1,5	0,69	0,68
К/Ц=0,66	22,4	2,2	0,60	0,62
То же с добавкой 0,3% ГВД:				
К/Ц=0,33	8,6	0,77	0,86	0,85
К/Ц=0,49	10,1	1,05	0,82	0,83
К/Ц=0,66	12,9	1,26	0,80	0,79
Контрольный бетон средней плотности 2348 кг/м ³	6,8	0,2	0,85	0,87

Данные коэффициента стойкости образцов с К/Ц = 0,33 и 0,49 без добавки ГВД (см. табл.) отвечают нормативным требованиям, предъявляемым СНиП РК 3.02-11-2010 к полам животноводческих комплексов. Однако, судя по показателям линейных деформаций и потерям массы, мы воздерживаемся рекомендовать эти бетоны к применению в конструкциях пола без дополнительной защиты. Вероятно, эти бетоны хорошо проявили бы себя в стеновых ограждающих конструкциях, где отсутствует действие жидких агрессивных сред в таком количестве.

Введение ГВД в количестве 0,3% от массы цемента существенно улучшило физико-технические характеристики бетонов с коллагеновым наполнителем. Так, например, коэффициент стойкости при испытании образцов на изгиб и сжатие повысился в сравнении с соответствующими показателями бетонов без добавки ГВД на 16-25% при изгибе и 16,5-27% при сжатии. Относительное снижение прочности образцов на изгиб у бетонов с коллагеновым наполнителем меньше, чем у бетонов контрольного состава (см. табл.). Например, коэффициент стойкости у бетонов контрольного состава при испытании на сжатие имеет значение $K_{\text{Рсж}} = 0,87$, а $K_{\text{Риag}} = 0,85$, т.е. снижение составляет около 3%, в то время как у бетонов с коллагеновым наполнителем наблюдается тенденция более высокой стойкости при испытании на изгиб, чем на сжатие.

Анализ относительной стойкости бетонов после испытания их в течение 180 суток в агрессивной среде экскрементов показал, что по физико-техническим показателям бетоны с коллагеновым наполнителем, содержащим ГВД, превосходят нормативные требования, установленные СНиП РК 3.02-11-2010, где коэффициент стойкости регламентируется значением не менее 0,75.

На основании полученных данных можно заключить, что бетоны с коллагеновым наполнителем и добавкой ГВД можно применять для устройства покрытия пола в животноводческих помещениях без дополнительных защитных мероприятий. При этом наиболее предпочтительными являются составы бетонов с $K/C=0,33$ и $0,49$, имеющими более высокую прочность и меньшие линейные деформации.

Список литературы

1. Плященко СИ. Полы в животноводческих зданиях. – Минск: Урожай, 1972. – 204 с.
2. Студенцов П.Н. Теплые полы в животноводческих помещениях. – М.: Стройиздат, 1974. – 71 с.
3. Гирко В.К. Проектирование и устройство полов для зданий промышленного животноводства // Обзорная информация ВНИИИС. Серия «Сельскохозяйственное строительство». – 1980. – Вып. 1. – 48 с.
4. Есиркепов А.Б. Гидрофобнопоризованные керамзитобетонные плиты для теплых полов в стойлах крупного рогатого скота / Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М.: 1983. – 20 с.
5. Мчедлов-Петросян О.П. Химия неорганических строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1988. – 224 с.
6. Студенцов П.Н. Теплые полы в животноводческих помещениях. – М.: Стройиздат, 1974. – 71 с.
7. Агаджанов И. Экономика повышения долговечности и коррозионной стойкости строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 1976. – с. 112.
8. Хигерович М.И. Плиты для теплых полов / М.И. Хигерович, Б.М. Богословский, В.И. Соловьев и др. // Сельское строительство. – 1982. – № 2. – С. 14.
9. СНиП РК 3.02-11-2010. Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения.

Получено 01.06.2017

УДК 691.5

А.Н. Жаканов

Евразийский национальный университет им. Л. Гумилева, г. Астана

А.Е. Еруланова

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

АЛЬТЕРНАТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В послании Президента Республики Казахстан Назарбаева Н.А. «Казахстан-2050» определена стратегия индустриально-инновационного развития Казахстана на период до 2050 года.

На первый план развития страны выходят экологические проблемы, на втором плане – экономические критерии эффективности утилизации отходов и выбросов промышленности автотранспорта. Увеличение роста объемов производства в свою очередь ведет к увеличению отходов и выбросов в окружающую среду. Современным предприятиям в свете обострения экологической обстановки требуется использовать прогрессивные технологии производства без отходов и выбросов в атмосферу.

Непрерывный рост промышленности влечет за собой увеличение техногенного воздействия на окружающую среду в виде накапливающихся отходов производства. Это

делает актуальной проблему утилизации отходов путем использования их в строительных материалах.

Ежегодно в мире накапливается токсичных отходов почти 400 млн тонн. В Казахстане накопление твердых отходов, прежде всего промышленных, связано с ресурсодобывающей и перерабатывающей специализацией промышленного комплекса. По разным оценкам в республике уже накоплено твердых отходов более чем 20-22 млрд тонн, и ежегодный их прирост составляет 1 млрд тонн.

Сегодня многие зарубежные страны обладают опытом в разработке эффективных эколого-экономических систем безотходной технологии и снижения выбросов в атмосферу автотранспортом. Для Казахстана этот опыт может быть полезен в плане использования в отечественной практике инновационных решений в области переработки и утилизации шламов и золошлаковых отходов.

Павлодарская область относится к числу промышленно развитых регионов, которая занимает одно из ведущих мест в минерально-сырьевом комплексе страны. На ее территории сосредоточено 3,7% меди, 2,3% молибдена, 30,8% флюсовых известняков, более трети балансовых запасов казахстанского угля и других полезных ископаемых. Из 115 месторождений твердых полезных ископаемых, разведанных на территории, в настоящее время 48 находится в эксплуатации. На основе экибастузского угля создана энергетическая база региона, получили развитие машиностроение, нефтеперерабатывающая и химическая индустрия, черная и алюминиевая металлургия. Как результат индустриального развития региона на сегодняшний день область по количеству выбросов в атмосферный воздух на одного жителя занимает одно из первых мест. Теплоэнергетический комплекс, объекты цветной металлургии больше всего отравляют атмосферу, выбрасывая огромные массы твердых частиц в воздух. Растут отвалы твердых отходов вблизи предприятий Павлодара и Екибастуза. Несмотря на предпринимаемые меры по сокращению отходов, наносящих ущерб окружающей среде, эти города остаются в первой десятке наиболее загрязненных городов Казахстана.

Предприятия Павлодарской области, получая основной продукт, как правило, не отслеживают за отходом производства, возможностью и целесообразностью использования его. Поэтому таких отходов в виде золы, шлака, шлама, хвостов обогатительных предприятий накопилось значительное количество.

Например, при сжигании твердого топлива из его минеральной части образуется зола и шлак. Содержание обожженной минеральной части с размерами от 5 до 100 мкм составляет 80...85%, образуется так называемая зола уноса, более крупные частицы сплавляются в кусковые шлаки или в стекловидную шлаковую массу. Эти материалы в виде отходов транспортируются в отвалы, площади которых с каждым годом увеличиваясь, поглощают дополнительные площади плодородных земель. При этом сами отходы способны наносить вред жизни людей, т.к. засоряют окружающее пространство вокруг на многие километры, переносясь с ветром или с помощью воды, состояние водного бассейна в округе при этом также меняется.

Исследователи в Великобритании разработали технологию получения цемента на основе бокситового шлама и неочищенного мела. Германская фирма «Ферайнигте алюминум веерке» применяет шлам в производстве керамзита для снижения температуры спекания шихты. Строительные фирмы Японии получают на основе шлама бетонные смеси для дорожного строительства и различные композиции для производства прессованных стеновых изделий. Австралийские и индийские исследователи определили, что бокситовый шлам в смеси с углистым сланцем пригоден для изготовления облицовочной плитки, пигментов, лаков. Имеющиеся на сегодняшний день разработки строительных материалов

на основе шлама не связаны общим направлением, недостаточно систематизированы. Всё это вызывает настоятельную необходимость проведения целенаправленных комплексных исследований как самого шлама, так и материалов на его основе. Можно констатировать, что разработка и исследование различных строительных материалов на основе шлама проводятся весьма активно как в нашей стране, так и за рубежом. Однако проблема утилизации шламов в строительстве продолжает оставаться актуальной, поскольку практически все исследования закончены только на стадии опытных разработок. Бокситовый шлам позволяет улучшить удобоукладываемость смесей, повысить прочность, а также удешевить бетон за счет замены части песка и цемента.

Многочисленные исследования показывают, что вышеперечисленные промышленные отходы при правильном и эффективном их использовании могут представлять огромное богатство и являться источником расширения сырьевых ресурсов. К направлениям использования этих отходов можно отнести: производство вяжущих веществ как местных, на основе физического смешивания исходных компонентов в тонкомолотом состоянии с различными добавками органического и минерального происхождения и в виде компонентов в цементной промышленности, получающих вяжущие вещества через систему обожженного материала-клинкера.

В керамической промышленности использование шлаков, зол, вскрышных пород способствует получению не только нового материала золокерам, но и существенно влияет на экономические показатели заводов грубой керамики. В области производства искусственных безобжиговых и обжиговых заполнителей при использовании вскрышных пород и зол существенно экономятся энергетические ресурсы.

Наиболее емким, легко реализуемым и эффективным направлением использование зол и шлаков (различных видов) является применение их в качестве заполнителей бетонов различного назначения.

Это могут быть бетоны обычные тяжелые, легкие и ячеистые, а также модифицированные конгломератные составы.

При этом важным является то, что эти материалы местные по отношению к заводам, выпускающим бетонные и железобетонные изделия, и при их использовании решается проблема охраны окружающей среды и экологии.

В данной работе представлены результаты, полученные при попытке использования местных ресурсов и ваграночного шлака в тяжелом бетоне.

Физико-технические свойства бетона в значительной степени определяются его структурой и строением. К числу структурных элементов можно отнести: цементный камень, заполнитель и контактную зону между ними. На качество структурных элементов в значительной степени оказывает влияние водоцементное отношение, количество вяжущего и воды, состояние поверхности заполнителей, толщина помола и минералогический состав цемента; степень уплотнения (т.е. соотношение удобоукладываемости бетонной смеси и способов воздействия на неё), а также условия, при которых происходит формирование структуры бетона.

В работе использовали материалы, доступные всем предприятиям г. Павлодара, которые могут производить бетонные и железобетонные изделия.

В качестве вяжущего вещества использовали портландцемент марок 40,50 МПа Усть-Каменогорского цементного завода: плотностью 3,15, нормальная густота 26,6%, сроками схватывания (начало - 1...1,5 ч., конец - 6 ч.), удельная поверхность соответственно 2900 и 3100 см²/г, с пределом прочности при сжатии половинок балочек соответственно 41,5, 52,7 МПа.

В качестве мелкого заполнителя использовали песок реки Иртыш. Согласно данным исследований песок имел: плотность 2,35, среднюю массу 1,35, пустотность 42,3%, влажность - 3,28%, содержание илистых и других примесей 4,2%, модуль крупности 1,96.

Крупным заполнителем является щебень Экибастузского карьера, полученный при дроблении горной породы. Качество оценивали по показателям: плотность 2,64, средняя масса 1,24, пустотность 48%, содержание пылевидных частиц 0,34%, морозостойкость более 50 циклов, дробимость равна 12, водопоглощение 2%, пористость горной породы 1,82%, объемная масса в куске 2,59, содержание лещадных зерен - 2,8%. Данный щебень вполне пригоден для приготовления бетонов марок 20...35 МПа.

Ваграночный шлак по своей гранулометрии относится к крупнозернистому песку - модуль крупности его равен 3,52. Гранулы его имеют угловатую форму с блестящей поверхностью, плотность его 2,4; насыпная плотность 1,42; при вибрации в течении минуты она увеличивается до 1,84; пустотность соответственно 40 и 24,3%. С точки зрения химического состава количества основных окислов в нем содержатся: SiO_2 - 46%, CaO - 29%, Al_2O_3 - 9,5% окислов железа - до 10%. Количество остальных окислов 5,5%.

В шлаке имеются включения с размерами от 5-10 мм в количестве 6,5% и 10-20 мм в количестве 3%.

На основе анализа существующих методов определения составов бетона использовали расчетно-экспериментальный метод. В процессе проведения работ изменяли коэффициент растворной составляющей, водоцементное отношение, использовали молотый шлак и др. общеизвестные приемы регулирования структуры и свойств бетона. Выявление зависимости между пределом прочности при сжатии и составами бетона проводили на образцах кубов 10x10x10 см, которые пропаривали при температуре 85 °С по режиму 3+6+3 (подъем + выдержка + снижение). Время выдержки до пропаривания - 2...4 ч. Уплотнение образцов осуществляли с использованием виброплощадки с вертикально-направленными колебаниями 2800 в минуту и амплитудой 0,35 мм. В контрольных составах в качестве мелкого заполнителя использован речной песок. При активности цемента 45 МПа после тепловой обработки добивались получения 70% предела прочности проектируемой величины.

В отработанных составах для бетонов марок 20,0 и 30,0 МПа предел прочности при сжатии в воздушно-сухом состоянии после пропаривания равен соответственно 26,5 и 31,5 МПа. Эти показатели значительно выше ожидаемых величин (при 70% прочности после пропарки марки 20,0 и 30,0 МПа должны иметь предел прочности соответственно 14,0...15,0 и 21,0...22,0 МПа).

С учетом корректировки составов количество вяжущих в испытанных составах может быть сокращено на 12...17% при расходе молотого шлака в составах на прежнем уровне. При углублении программы исследований возможность экономии вяжущего несомненно возрастет.

Список литературы

1. Пальгунов П.П. Утилизация промышленных отходов / П.П. Пальгунов, М.В. Сумароков. – М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.
2. Ахвердов И.Н. Высокопрочный бетон. - М.: Госстройиздат, 1961.
3. Рыбьев И.А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ. - М.: Высшая школа, 1978.
4. Калашников В.И. Через рациональную реологию - в будущее бетонов // Технология бетона. – 2007. - № 5.
5. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Высшая школа, 1987. – 415 с.

Получено 01.06.2017