

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Белянкин Ф.П., Яценко В.Ф. Деформативность и сопротивляемость древесины. АН УССР.-К.- 1957.-178с.
2. ГОСТ 16483.10-73\*. Древесина. Методы определения предела прочности при сжатии вдоль волокон.- М. -1974, 6с.
3. ДСТУ 4922:2008. Лісоматеріали та пилопродукція. Методи визначення вологості. Держпоживстандарт України.- К. -2009, 12с.
4. Леонтьев Н.Л. Влияние влажности на физико-механические свойства древесины. М.-1962.-114с.
5. Мартинец Д.В. Влияние влажности на прочность древесины. Сб. тр. МИСИ №13, М.-1958.,с 41-59.
6. Перельгин Л.М. Древесиноведение и лесное товароведение. М.-Л. Гослесбумиздат.- 1954.-347с.
7. Справочное руководство по древесине. Лаборатория деревянных конструкций США. - М.:”Лесная промышленность”.- 1979.-549с.
8. Фурсов В.В., Ковлев Н.Н., Н.Д. Кошмай/ Влияние влажности на прочностные и упругие характеристики древесины// Современные строительные конструкции из металла и древесины: сб. научных трудов. – Одесса: ОГАСА, 2006. – С. 246-251
9. EN-408: 2010 Timber structures – Structural timber and glued laminated timber – Determination of some physical and mechanical properties.
10. Green, D.W., and D.E. Kretschmann, «Moisture Content and the Properties of Clear Southern Pine», Research Paper FPL-RP-531, Forest Products Laboratory, U.S. Department of Agriculture, 1994.

УДК 666.972.16

**Казимагомедов И. Э., Шептун С. Ю., Гиль Ю. Б.**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

**ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ НАЛИВНЫХ ПОЛОВ К ИСТИРАНИЮ**

**Введение**

Рынок сухих строительных смесей увеличивается во всем мире. Постоянно растет потребление таких материалов, как кладочные, выравнивающие и штукатурные составы для внутренних и наружных работ на цементном и гипсовом вяжущем, специальных материалов таких как клеи, наполнители, армированные растворы, цветные штукатурные составы и др.

Эффективность использования сухих строительных смесей (ССС), как материала полной заводской готовности, подтверждается зарубежной и отечественной практикой строительства. Для выполнения строительных, отделочных работ, санирования и ремонта зданий СССР используют все чаще. Сухие смеси для потребителя привлекательны тем, что смеси практически готовыми к употреблению, обладают стабильностью составов и имеют длительное время хранения без понижения качества. Применение СССР завод-

ского изготовления для проведения строительных и ремонтных работ значительно повышает их продуктивность [1,2].

Значительное развитие в нашей стране получило производство штукатурных растворов и плиточных клеев в тоже время производство смесей для самовыравнивающихся покрытий недостаточно развито. Это связано с малой осведомленностью потребителей о преимуществах наливных полов и с сопоставимой стоимостью наливных полов в сравнении с другими типами покрытий. Для улучшения восприятия потребителем СССР для наливных полов необходимо обеспечить снижение их цены по сравнению с аналогичными предложениями.

Добавление в состав СССР отходов металлургического производства поможет улучшить как экологическую, так и экономическую эффективность строительного производства и металлургической промышленности[3]. Замена части дорогостоящего цементного вяжущего дешевыми

компонентами будет способствовать понижению стоимости конечного продукта и повышению его конкурентоспособности.

#### **Анализ последних исследований**

Изнашивание материала при трении представляет собой процесс удаления материала с поверхности трения в следствии его разрушения. Изнашивание проявляется в изменении формы взаимодействующих тел.

Трения – один из самых распространенных процессов при эксплуатации покрытий. Явления, протекающие при трении, имеют механическую, тепловую, электрическую, магнитную и химическую природу.

Уже к середине XX века было накоплено значительный объем результатов исследований физико-химических процессов и изменения структуры соприкасающихся поверхностей в ходе фрикционного взаимодействия и показана многофакторность и сложность трибоявлений [4,5].

Разрушение на истираемой поверхности в основном возникает вблизи точек контакта, на которые оказывается максимальное давление при соприкосновении двух плоскостей. В зависимости от прочности материала разрушение может произойти как после однократного, так и при повторяющемся воздействии на поверхность в зоне контакта. В процессе разрушения при трении происходит появление и развитие трещины вплоть до отделения частицы материала.

Частицы материала, выпадающие с разрушенной поверхности материала, в дальнейшей могут проявить свое воздействие на систему по-разному: они могут схватиться с одной из поверхностей, могут углубиться в тело более мягкого материала или покинут зону истирания. Влияние частиц на истираемую поверхность может быть разной: в одном случае они могут ускорять, в другом – замедлять процесс изнашивания в зависимости от режимов эксплуатации [6].

В ходе множества исследований было установлено, что прочность цементного камня при сжатии является одним из самых важных факторов, определяющих сопротивление поверхности цементного камня истиранию [7,8,9]. Способ затирки

шероховатой поверхности также имеет значение на дальнейшее сопротивление цементным камнем истиранию. Повысить стойкость наливного пола к истиранию можно с помощью вскрытия его специальными проникающими жидкими упрочнителями или специальными полиуретановыми лаками.

Тип заполнителя играет важную роль в способности материала сопротивляться истиранию. Заполнитель большей прочности чем цементный камень будет способствовать увеличению прочности бетона. Хотя при этом может наблюдаться оголение заполнителя в связи с более интенсивным удалением цементного камня в сравнении с заполнителем из поверхности трения. И наоборот, при трении на месте слабого по прочности заполнителя будут образовываться пустоты, способствующие более быстрому разрушению цементного камня, в связи с уменьшением плоскости контакта [10].

В трибологии уже давно известны явления неравномерного изнашивания материала с неоднородной структурой. Такой особенностью обладают композиционные и неоднородные материалы и материалы. При трении в таких материалах наиболее интенсивно разрушается более мягкая структура, в связи с чем изначально ровная поверхность истирания становится волнистой.

#### **Цели и задачи исследования**

Целью нашего исследования является понижение себестоимости производства и увеличение способности цементного камня сопротивляться истирающим нагрузкам за счет добавления отходов производства.

#### **Основная часть исследования**

После проведения большого количества научных изысканий, мы пришли к заключению, что для повышения экономической эффективности ССС для наливных полов можно использовать следующие компоненты: шлам от мокрых газоочисток производства ферросилиция Стахановского завода ферросплавов города Стаханов Луганской обл.; керамзитовую пыль, получаемую при обжиге керамзитового гравия; шлам водоумягчения ТЭЦ – 5.

Шлам от мокрых газоочисток производства ферросилиция образуется при очистке исходящего ферросплавного газа от пыли с применением технологии мокрой газоочистки. Входе этого процесса образуется пульпа, которая транспортируется по трубопроводам в шламонакопители. На заводе в г.Стаханове имеется отработанный шламонакопитель, объемом шлама 650 тыс. м<sup>3</sup>. В 1994 году началась эксплуатация нового шламонакопителя, рассчитанного на 925 тыс. м<sup>3</sup> шлама, который в настоящее время почти заполнен. Сейчас необходимы значительные капиталовложения для строительства нового шламонакопителя. Постройка нового шламонакопителя будет нести значительный вред для окружающей среды и сельского хозяйства, так как он будет размещаться

на бывших сельхоз угодьях. Поэтому утилизация шлама является очень актуальной задачей.

Прямо из отвалов шлам использовать нельзя. Находясь на открытом пространстве, он поддавался негативному воздействию от атмосферных явлений, набирался влаги и собирался в комья. Поэтому, после предварительной сушки в сушильном шкафу его нужно измельчить. Измельчение шлама проводилось сначала на валковой дробилке до плотности  $\rho_0 = 450 \text{ кг/м}^3$ , потом на дезинтеграторе ДЕЗИ II МЛ ИФ до плотности  $\rho_0 = 180\text{-}250 \text{ кг/м}^3$  и удельной поверхностью  $15000\text{-}25000 \text{ см}^2/\text{г}$ . Химический состав шлама от мокрых газоочисток производства ферросилиция представлен в табл. 1.

Таблица 1 - Химический состав шлама

Наименование шлама	Содержание компонентов, %										
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	п.п.п.
Более 20 летней давности после производства	81,3	3,6	3,5	1,2	1,0	0,9	0,65	0,1	0,03	0,01	7,71

Керамзитовая пыль – это мелкодисперсный коричневого цвета отход керамзитового производства, который образуется при обжиге керамзитового гравия.

Обладает свойствами активной минеральной добавки при плотности  $1000\text{-}1200 \text{ кг/м}^3$  и удельной поверхностью  $2500\text{-}4000 \text{ см}^2/\text{г}$  (табл.2).

Таблица 2 - Химический состав керамзитовой пыли

Наименование материала	Содержание компонентов, %											
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	п.п.п.
Керамзитовая пыль	61,65	16,2	7,8	1,76	3,11	2,46	1,19	1,16	0,94	0,31	0,28	3,14

Введение в сухую строительную смесь керамзитовой пыли способствует повышению пластичности растворной смеси, облегчает нанесение смесей на покрываемую поверхность и решает проблему утилизации техногенного отхода производства. На больших керамзитовых заводах ежедневно может образовываться до 7-8 тонн керамзитовой пыли, чаще всего, которая вывозится на свалку.

В качестве минерального модификатора используется шлам водоумягчения Харьковской ТЭЦ – 5. За счет своей дисперсности, которая составляет более  $2870 \text{ см}^2/\text{г}$ , и особенной структуры частиц способствует улучшению эффективности работы пластификатора, модифицированной целлюлозы и редиспергируемого сополимерного порошка.

Шлам водоумягчения в основном состоит из кальцита (CaCO<sub>3</sub>) – 98,2% и

кремнезема – около 1,8%. Добавление шлама водоумягчения Харьковской ТЭЦ – 5 в состав ССС позволяет изменить комплекс ее свойств: снижать усадочные явления, регулировать вязкость, замедлять схватывание.

Составы ССС по которым проводилась оценка влияния сочетаний шлама от мокрых газоочисток производства ферросилиция, керамзитовой пыли и шлама во-

доумягчения Харьковской ТЭЦ – 5 на сопротивление истиранию представлены в табл. 3.

Испытания проводились по ДСТУ Б В.2.7-212:2009 «Бетони. Методи визначення стиранисті». Требования по точности размеров и формы образцов, методов их формования и хранения выдерживались в соответствии с ДСТУ Б В.2.7-214:2009 «Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками».

Таблица 3 - Сопротивление истиранию разработанных составов

Наименование материала	Содержание компонентов				
Цемент Пц-500, мас. ч.	33	33	33	33	33
Песок, мас. ч.	47	47	47	47	47
Пластификатор Melflux, мас. ч.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Мод цел Vermocol, мас. ч.	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Редиспергир. порошок мас. ч.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Шлам 25 лет, в %, от цемента	15%	15%	15%	15%	15%
Керамзит, в %, от цемента	-	-	-	5%	10%
Шлам ТЭЦ-5, в %, от цемента	-	5%	10%	-	-
Вода, В/Ц	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Сопротивление образцов истиранию					
Истираемость, г/см <sup>2</sup>	0,59	0,62	0,64	0,49	0,47

Из табл.3 видно, что при совместном добавления шлама от мокрых газоочисток производства ферросилиция и керамзитовой пыли истираемость снижается на 17-20%. В тоже время одновременное использование шлама от мокрых газоочисток и шлама водоумягчения Харьковской ТЭЦ - 5 не показало должных результатов и даже привело к уменьшению способности образцов сопротивляться истиранию.

#### Выводы

Таким образом, применение в составах ССС отходов производства, в частности минеральных микронаполнителей инертных по отношению к воде, открывает широкие возможности получения композиционных материалов для устройства наливных полов, обладающих необходимыми характеристиками по сопротивлению истирающим нагрузкам, при существенной экономии цементного вяжущего.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Макаревич М. С. Сухие строительные смеси для штукатурных работ с тонкодисперсными минеральными добавками: дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук:

спец. 05.23.05/ М. С. Макаревич // Томск, 2005 г.

2. Дворкин Л. Й. Модифіковані золівмісні сухі будівельні суміші для мурувальних і клейових розчинів / Л. Й. Дворкін, О. Л. Дворкін, Ю. В. Гарніцький, І. М. Риженко // Рівне: НУВГП, 2013. – 219 с.
3. Сахошко Е.В. Самоуплотняющийся бетон в современном монолитном домостроении / Е. В. Сахошко, Н. М. Зайченко // Вісник ДНАБА. – 2009. - №1. – С. 112-116.
4. Горячева И. Г. Контактные задачи в трибологии / И. Г. Горячева, М. Н. Добычин // М., 1988.
5. Свириденко А. И. Механика дискретного фрикционного контакта / А. И. Свириденко, С. А. Чижик, М. И. Петроковец // Мин.: Навука і техніка, 1990. – 272с.
6. Макарова Н. В. Учет экспериментальных данных при моделировании процесса истирания бетона на микро- и мезоуровнях / Н. В. Макарова, М. В. Полоник // Владивосток: Вестник инженерной школы ДВФУ № 1 (10), 2012. – с 116-120.
7. Кузнецова Т. В. Физическая химия вяжущих материалов: Учебник для хим.-технол. спец. вузов / Т. В. Кузнецова, И. В. Кудряшова, В.В. Тимашев // М.: Высш. шк., 1989. – 384 с.

8. Шмитько Е. И. Химия цемента и вяжущих веществ: учебн. пособие / Е.И. Шмитько, А.В. Крылова, В. В. Шаталова // Воронеж: 2005. – 164 с.
9. Itoh Y., Yoshida A., Tsuchiya M., Katoh K. An experimental study on abrasion of concrete due to sea ice / Itoh Y., Yoshida A., Tsuchiya M., Katoh K.// Proc. of Offshore Technology Conference, 2–5 May 1988. 1988. P. 297-305.
10. Волженский А. В. Минеральные вяжущие вещества: (технология и свойства). Учебник для вузов / А. В. Волженский, Ю. С. Буров, В. С. Колокольников // М.: Стройиздат, 1979. – 476 с.

УДК 692.52:624.012.3/4

**Бугаевский С.А.**

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова*

## СОВРЕМЕННЫЕ ОБЛЕГЧЕННЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕИЗВЛЕКАЕМЫХ ВКЛАДЫШЕЙ-ПУСТОТООБРАЗОВАТЕЛЕЙ

**Введение.** Основная идея применения неизвлекаемых вкладышей-пустотообразователей состоит в уменьшении веса конструкции путем удаления из нее материала, который не принимает участие в работе, не ухудшив при этом прочностные характеристики. Железобетонные перекрытия с вкладышами могут иметь несущую способность и изгибную жесткость больше, а вес на 20-40% меньше, чем сплошные элементы. Более того, возникает возможность создания пролётов большего размера, уменьшения общего веса конструкции сооружения, приходящегося на фундамент. При этом достигается экономия за счет доставки на объект меньшего количества бетонной смеси для бетонирования конструкций.

**Анализ публикаций.** В последние годы за рубежом в качестве неизвлекаемых вкладышей-пустотообразователей нашли широкое применение унифицированные модули, изготавливаемые из полимерных материалов различной формы [1-15]. К технологиям изготовления облегченных железобетонных перекрытий с

неизвлекаемыми вкладышами-пустотообразователями относятся: Airdeck, Bubble Deck, Nautilus, Cobiax, Beeeplate, U-Boot Beton, U-Bahn Beton и Donut Type (рис. 1).

В странах бывшего Советского Союза предпринимались попытки анализа технологий возведения облегченных железобетонных перекрытий с применением унифицированных модулей, изготавливаемых из полимерных материалов в качестве неизвлекаемых вкладышей-пустотообразователей [16-17], однако работы не имели системный характер.

**Цель и постановка задачи.** Целью данной работы является сравнение различных конструкций облегченных железобетонных перекрытий с неизвлекаемыми вкладышами-пустотообразователями, а также определение возможности применения современных технологий изготовления облегченных железобетонных перекрытий для строительной отрасли в Украине.

Задачей исследований является выработка критериев сравнения различных технологий изготовления облегченных железобетонных перекрытий.