

СТРОИТЕЛЬСТВО

МРНТИ 67.09.33

С.А.Монтаев¹, М.Ж.Рыскалиев¹, С.М.Маликова¹

¹Западно-Казахстанский аграрно-технический университет
им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан

КОЛЛАГЕНОВЫЙ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЬ И ПЕНОБЕТОНЫ НА ЕГО ОСНОВЕ*

Аннотация. Приводятся сведения о технологии получения коллагенового пенообразователя для пенобетонов. Исследованы физико-химические характеристики коллагенового пенообразователя. Показано, что по своим характеристикам он не уступает кератиновому пенообразователю. Приводятся составы пенобетонов на основе коллагенового пенообразователя и его основные физико-механические свойства. Установлено, что влияние коллагенового пенообразователя в цементных системах сказывается в меньшей степени, чем в традиционных пенобетонах. Объясняется это наличием комплексной добавки «МБ-01» и «Акватрон-8», которые закупоривают каналы Плато и способствуют удержанию большего количества воды в пленках пенообразователя. В результате использования коллагенового сырья и гидроксида кальция для гидролиза, а также минерально-химических добавок «МБ-01» и «Акватрон-8» стало возможно получение пенобетона с заданными свойствами по прочности и плотности.

Ключевые слова: коллагеновое сырьё, гидролиз, стабилизация гидролизата, нейтрализация гидролизата, сублимация, пеноконцентрат, пенобетон.



Түйіндеме. Көбікбетондарды алуға арналған коллагенді көбіктүзгіш алу технологиясы көрсетілген. Коллагенді көбіктүзгіштің физикалық химиялық қасиеттері зерттелген. Өзінің қасиеттері мен көрсеткіштері жағынан кератинді көбіктүзгіштен кем түспейтіндігі көрсетілген. Коллагенді көбіктүзгіш негізіндегі көбікбетондардың құрамы мен олардың физикалық химиялық қасиеттері берілген.

Түйінді сөздер: коллагенді шикізат, гидролиз, гидролизат стабилизациясы, гидролизат нейтрализациясы, сублимация, көбікконцентрат, көбікбетон.

*Источник финансирования исследований: грантовое финансирование научных исследований Министерства образования и науки Республики Казахстан.



Abstract. The article presents the information on technology of obtaining collagen foamer for aerated concrete. The physical and chemical characteristic of collagen foamer were studied. The indicators showed its not inferior to keratin foamer. We give the compositions of aerated concrete on the basis of collagen foamer and its main physical and mechanical properties.

Key words: counteraction of hydrolyzate, hydrolysis, stabilization of hydrolyzate, sublimation, foam concentrate, aerated concrete.

Введение. Изменения, внесенные в СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника», определили проблемы в области создания новых строительных материалов, проектировании и возведении зданий и сооружений, отвечающих поставленным требованиям по сбережению тепла в помещениях. В этих условиях применение ячеистых бетонов особенно эффективно, когда ощущается острый дефицит в энергоносителях. Одним из наиболее эффективных материалов, применяемых в настоящее время в ограждающих конструкциях, являются пенобетоны, изготовленные на основе вяжущего вещества портландцемента марок 400-500 и в качестве кремнеземистого компонента – природного песка.

Производство пенобетона в Казахстане развивается слабыми темпами вследствие консерватизма строителей, привыкших строить из керамического или силикатного кирпича, отсутствия эффективных пенообразователей. Широко рекламированные пенообразователи немецких фирм «Неопор-Систем» и «Эдама», а также оборудования для выработки технической пены имеют высокую стоимость, что служит препятствием для их массового применения.

Рекомендуемые в настоящее время синтетические пенообразователи российского производства, такие, как алюмосульфонафтенный, ПО-1, ПО-6, ПО-3А, СП-1, СП-2, САМПО, «Морпен», «Пеностром» и др., хотя и имеют приемлемую стоимость, но не гарантируют получение пенобетонов высокого качества с заданными свойствами. Причиной тому является низкая устойчивость пены во времени, связанная с их высоким синерезисом. Учитывая сложившуюся обстановку, нами разработан экологи-

чески чистый пенообразователь на основе коллагенового сырья [1], который по своим физико-химическим свойствам не уступает немецким пенообразователям фирм «Неопор-Систем» и «Эдама».

Сырьевые материалы. В качестве сырьевых материалов использовалось коллагеновое сырьё, а именно отходы кожи животных, известковое молоко, полученное при гашении извести местечка «Меловые горки» Западно-Казахстанской области, мочевины (карбамид), сернокислое железо $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, тилоза, цемент марки 400 Шымкентского цементного завода и кварцево-полевошпатовый песок Уральского месторождения.

Методы исследований. Гидролиз коллагенового сырья производили в лабораторном реакторе с эмалированной внутренней поверхностью. При этом коллагеновое сырьё было предварительно измельчено до фракции 10-15 мм. В качестве гидролизующего реагента использовали известковое молоко концентрацией 2,5-3,0 % от массы воды. Соотношение коллагеновое сырьё: раствор известкового молока составляло 1:3. Гидролиз проводили при температуре 120-125 °С. При этом в раствор для гидролиза вводилась мочевины концентрацией 1,0-1,5 % от массы воды. Гидролиз продолжался до полного растворения коллагенового сырья, чтобы не было остатка на дне реактора. При этом время гидролиза составляло 5-6 ч.

Полученный раствор гидролизата нейтрализовали раствором сернокислого железа до получения окончательного $\text{pH} = 5,8-6,0$, т. е. приближения pH гидролизата до изоэлектрической точки белка, когда достигается наибольшая пенообразующая способность белка. Затем этот раствор стабилизировали раствором тилозы или карбоксиметилцеллюлозы и фильтровали её на фильтр-прессе. После этого полученный раствор концентрировали методом сублимации и доводили её плотность до 1,1-1,15 г/см³. Для приготовления пенобетона полученный пеноконцентрат разбавлялся водой в соотношении 1:40 (пеноконцентрат : вода), а водный раствор пенообразователя пропусклся через пеногенератор, обеспечивающий давление сжатого воздуха 0,6-0,8 МПа.

Исследования пенообразующей способности и устойчивости пен из растворов коллагенового пенообразователя показали, что оптимальную кратность K , равную 9-13, обеспечивают пенообразователи, имеющие концентрацию 2-2,5 %. За критерий оптимальности была принята величина синерезиса, т. е. время истечения 50 % жидкости из раствора пенообразователя после образования пены. Наши эксперименты показали, что время синерезиса составляет 50-60 мин. в зависимости от концентрации белкового ПАВ, pH-раствора и вида стабилизирующей добавки.

Результаты исследований. Высокая устойчивость пен на основе коллагенового пенообразователя, стабилизированного высокомолекулярными полимерами, объясняется совместной адсорбцией в необходимых количествах маточного раствора и стабилизирующей добавки, обеспечивающей структурообразование на большую глубину и сохранение большей массы жидкости в пленке ПАВ. Данное обстоятельство позволило нам провести эволюцию в технологии пенобетона, т.е. вплотную подойти к получению пенобетона заданных свойств, при тепловлажностной обработке без избыточного давления. При этом нами ставилась цель повысить сырцовую и конечную прочность пенобетона и снизить его технологическую влажность.

Как известно, белковые пенообразователи значительно замедляют сроки схватывания цементов, что требует длительной выдержки пенобетонных изделий в формах (опалубке). Введение комплексного модификатора, состоящего из «МБ-01» и «Акватрон-8», в количестве 2 % от массы вяжущего позволило сократить сроки схватывания пенобетона и повысить оборачиваемость форм. При этом кратность и устойчивость пены не изменились. Поверхностное натяжение пленок из пен с добавкой комплексного модификатора, определенное по методу Вильгельми, находилось в пределах 39,5-41,3 мН/м.

Полученные данные согласуются с данными А.А.Трапезникова, где показано, что при добавке микрочастиц в белковые ПАВ они попадают в среднюю часть пленки и образуют там структуру, замедляющую стекание жидкости, т. е. «закупоривают» каналы Плато [2]. Данное обстоятельство (сохранение крат-

ности и устойчивости пены), по-видимому, можно объяснить и тем, что катион Ca^{2+} , входящий в состав известкового молока, взятого в качестве гидролизующего реагента, блокирует два заряженных центра ($-\text{COO}^-$), принадлежащих либо одной полипептидной цепочке, либо двум смежным. Происходит сокращение структурных элементов белка в продольном направлении и резкое увеличение цепочек – в поперечном, т. е. белок приобретает как бы сетчатую структуру, происходит «нажор белка» [3]. Одновременно заряженные центры белка интенсивно притягивают полярные молекулы (диполи) воды и, как следствие, возникает ионодипольное взаимодействие, что также является причиной высокой устойчивости белковых пенообразователей в цементных системах. Поглощение ионов соли из раствора в большинстве случаев происходит избирательно, т. е. белком связывается или катион, или анион, например из раствора $\text{Ca}(\text{OH})_2$ поглощается главным образом ион Ca^{2+} . В результате создается неуравновешенность зарядов, т. е. незначительный избыток положительно или соответственно отрицательно заряженных групп, что и является причиной набухания белка [4, 5].

Обсуждение результатов. С применением разработанного нами пенообразователя и комплексной добавки «МБ-01» плюс «Акватрон-8» в соотношении 1:1 получены пенобетоны, по своим физико-техническим характеристикам отвечающие требованиям ГОСТа для пенобетонов неавтоклавного твердения. Составы пенобетонов различной средней плотности и их физико-механические свойства приведены в таблице.

Состав и физико-механические свойства пенобетона

Средняя плотность пенобетона, кг/м ³	Расход материалов на 1 м ³ пенобетона				Прочность при сжатии, МПа
	цемент, кг	песок, кг	вода, л	пена, л	
500	338	102	128	832	2,7
600	352	211	123	785	3,1
700	403	254	145	749	5,1
800	456	296	160	714	7,2

Пенобетонная смесь готовилась следующим образом. В пенобетоносмеситель ввели расчетное количество воды. Добавка «МБ-01» и «Акватрон-8» была предварительно перемешана в шаровой мельнице с вяжущим веществом, т. е. они уже входили в состав цемента. Данная смесь перемешивалась в пенобетонномешалке в течение 2 мин. и туда же при постоянном перемешивании непрерывно подавали пену, выгнанную из пеногенератора, оснащенного таймером, и подающим пену со скоростью 10 л/с при давлении воздуха 0,6 МПа. Смесь дополнительно перемешивалась до получения однородной массы без прожилок пены (около 7 мин.). Плотность пенобетонной смеси определялась взвешиванием литрового металлического сосуда, заполненного до краев без горбушки.

Образцы – кубы размерами 100×100×100 мм – взвешивались и испытывались на прочность при сжатии в возрасте 28 сут. после сушки до постоянной массы при температуре 105 °С. Из данных, представленных в таблице, видно, что прочность образцов пенобетона, твердевшего в нормальных условиях, и содержащих комплексную минерально-химическую добавку, приближается, и даже несколько выше прочности автоклавных ячеистых бетонов (ГОСТ 25485-89).

Выводы

Установлено, что в качестве сырья для производства пенообразователя можно применять коллагеновое сырьё, где для его измельчения и гидролиза требуется меньше затрат электроэнергии. При этом более эффективно в качестве гидролизующего реагента применять менее токсичные реагенты, чем аммиак и гидроксид натрия, известковое молоко. Влияние коллагенового пенообразователя (в плане увеличения сроков начала и конца схватывания цемента) в цементных системах сказывается в меньшей степени, чем в традиционных пенобетонах. Объясняется это наличием комплексных добавок «МБ-01» и «Акватрон-8», которые закупоривают каналы Плато и способствуют удержанию большего количества воды в пленках пенообразователя.

В результате применения комплекса технологических приемов коллагенового сырья и гидроксида кальция для её гидро-

лиза, а также минерально-химических добавок «МБ-01» и «Акватрон-8» стало возможным получение пенобетона с заданными свойствами по прочности и плотности.

Список литературы

1 Пат. 29608 Республика Казахстан, Комплексная добавка для пенобетонной смеси / Шинтемиров К.С., Шинтемиров Б.К., Дюсембинов Д.С., Алмагамбетова М.Ж., Рыскалиев М.Ж.; заявитель и патентообладатель Зап.-Каз. аграр.-техн. ун-т. – № 2013/1811.1; Заявл. 03.12.2013; Опубл. 23.02.2015, Бюл. № 3. – 6 с.

2 Пат. 25556 Республика Казахстан, Каллогеновый пенообразователь для производства пенобетонов / Шинтемиров К.С., Шинтемиров Б.К., Салимова А.Н., Рыскалиев М.Ж.; заявитель и патентообладатель Шинтемиров К.С., Шинтемиров Б.К., Салимова А.Н., Рыскалиев М.Ж. – № 2011/0882.1; Заявл. 09.08.2011; Опубл. 17.02.2012, Бюл. № 3. – 6 с.

3 *Шинтемиров К.С., Челекбаев А.М., Тулымшакова А.Ж.* Пенобетоны на основе кератинового пенообразователя // Тр. Междунар. симпозиума по ячеистым бетонам, г. Днепропетровск, 18-20 марта 2003 г. – С. 31-33.

4 *Nemetschek Th.* Kolloid-Zeitschrift und Zeitschrift fur Raumere. – 1983. – № 2. – 109 с.

5 *Сычева А.М., Попова Е.А., Дробышев Д.И., Филатов И.П.* Активированное твердение пенобетонов. – СПб.: ПГУПС, 2007. – 62 с.