

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №4, Том 11 / 2019, No 4, Vol 11 <https://esj.today/issue-4-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/57SAVN419.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Яновская А.В., Чернильник А.А., Доценко Н.А., Овчаров А.С., Чумак Д.Л. Особенности структурообразования пенобетона в зависимости от некоторых технологических параметров // Вестник Евразийской науки, 2019 №4, <https://esj.today/PDF/57SAVN419.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Yanovskaya A.V., Chernil'nik A.A., Dotsenko N.A., Ovcharov A.S., Chumak D.L. (2019). Features of foam concrete structure formation depending on some technological parameters. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 4(11). Available at: <https://esj.today/PDF/57SAVN419.pdf> (in Russian)

УДК 691

ГРНТИ 67.09.33

Яновская Алина Вадимовна

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Магистрант
E-mail: kgweny@gmail.com

Чернильник Андрей Александрович

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Магистрант
E-mail: chernila_a@mail.ru

Доценко Наталья Александровна

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Студент
E-mail: natalya_1998_dotsenko@mail.ru

Овчаров Артем Сергеевич

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Магистрант
E-mail: artem_ovcharov12@mail.ru

Чумак Дмитрий Леонидович

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Студент
E-mail: chymak.dimm@mail.ru

Особенности структурообразования пенобетона в зависимости от некоторых технологических параметров

Аннотация. Удорожание энергоносителей и сокращение расходов на отопление привели к введению новых норм по сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций, что предусматривает переход к массовому производству и применению материалов с низкой теплопроводностью. Свойства пеноструктур во времени предопределены вещественным составом сырьевых компонентов, и избежать снижения упругости ценных плёнок невозможно. Применение неавтоклавного пенобетона в строительстве сдерживается высокими усадочными деформациями и низкой ударостойкостью, вызывающими появление трещин и разрушение изделий. Известно, что причина многих недостатков пенобетонов заключается в высоком

водосодержании растворной смеси, что является необходимым условием для ее поризации. Для получения устойчивых пленочных структур в пенобетонных смесях следует ограничивать содержание минералов, отличающихся высокой водопотребностью и предусматривать меры, способствующие ускоренному переходу вязких контактов между компонентами твердой фазы в жесткие. В научно-исследовательской лаборатории Донского государственного технического университета были проведены исследования по оценке влияния скорости и продолжительности перемешивания пенобетонной смеси на структурообразование пенобетона. Проанализирована структура пенобетона в зависимости от различных технологических параметров. Во всех опытах для приготовления пенобетонной смеси применяли портландцемент без добавок активностью $R_{ц} = 40-42$ МПа, специально подготовленные пески различной гранулометрии и синтетический пенообразователь «Центрипор». Пенобетонную смесь готовили в турбулентном смесителе за один приём. Варьировалась скорость перемешивания пенобетонной смеси. Представлены результаты проведенных исследований по оценке влияния продолжительности перемешивания пенобетонной смеси на структурообразование пенобетона.

Вклад авторов.

Чернильник Андрей Александрович – автор одобрил окончательную версию статьи перед ее подачей на публикацию.

Доценко Наталья Александровна – автор осуществил написание статьи.

Яновская Алина Вадимовна – автор осуществил написание статьи.

Чумак Дмитрий Леонидович – автор собрал, проанализировал и интерпретировал материал для статьи.

Овчаров Артем Сергеевич – автор оказывал участие при оформлении статьи.

Ключевые слова: пенобетон; структура; структурообразование; технологические параметры; скорость перемешивания; продолжительность перемешивания; пенообразователь

Удорожание энергоносителей и сокращение расходов на отопление привели к введению новых норм по сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций, что предусматривает переход к массовому производству и применению материалов с низкой теплопроводностью.

Применение безавтоклавного пенобетона в строительстве сдерживается высокими усадочными деформациями и низкой ударостойкостью, вызывающими появление трещин и разрушение изделий.

Известно, что причина многих недостатков пенобетонов заключается в высоком водосодержании растворной смеси, что является необходимым условием для ее поризации [1].

В процессе многолетних исследований было установлено, что главной целью получения оптимальной технологии тяжелых бетонов является направленное формирование определенно заданной структуры для получения и обеспечения необходимых свойств.

Это достигается предварительным подбором исходных материалов и расчетом оптимального состава бетонной смеси, рациональным перемешиванием, обеспечивающим ее однородность, правильным выбором вида уплотнения, тщательным соблюдением всех мероприятий для достижения заданных условий твердения и нормального ухода за свежешелюженной бетонной смесью. При этом, в соответствии с работами О.П. Мчедлова-Петросяна, И.М. Грушко и др. должны быть согласованы параметры механической обработки и режимы твердения бетонной смеси с кинетикой структурообразования и тепловыделения цементов, а также учтено влияние условий

гидратации и минералогического состава вяжущего на вещественный состав новообразований [2–6].

Устойчивость пеноструктур во времени, по мнению А.И. Русанова, глубоко изучавшего свойства растворов поверхностно активных веществ (ПАВ) предопределяется упругостью водных плёнок на границах раздела фаз «газ-жидкость». В пенобетонных смесях обеспечить постоянство свойств плёнок, сформировавшихся при перемешивании, представляется весьма сложным потому, что концентрация ПАВ в жидкой фазе не является постоянной величиной.

Причиной изменения концентрации ПАВ являются следующие факторы:

- адсорбционная и химическая диспергация клинкерных минералов цементного вяжущего, в результате которой часть воды переходит из свободного состояния в пленочное;
- гидратация клинкерных минералов, в результате которой часть воды переходит в химически связанное состояние;
- перераспределение межчастичной воды по высоте уложенного объема смеси под действием гравитационных сил.

Перечисленные факторы предопределяют повышение концентрации ПАВ в межчастичной воде и, соответственно, способствуют понижению упругости плёнок, отделяющих газовую фазу смесей от жидкой потому, что последняя всегда является функцией концентрации ПАВ в дисперсной системе.

Из выполненного анализа следует, что объём раствора ПАВ в пенобетонной смеси – это величина, постоянно уменьшающаяся за счёт протекания процессов, перечень которых изложен выше. Скорость уменьшения объёма водной составляющей раствора ПАВ весьма существенно зависит от количества тех компонентов состава смеси, которые характеризуются максимальной водопотребностью при переходе структуры из вязко-пластичного состояния в твердое. К числу таких компонентов относятся:

- количество в клинкере трехкальциевого алюмината, который в течение первую часа гидратации увеличивает свою удельную поверхность в 80 раз;
- количество в клинкере трехкальциевого силиката, который, по мнению Шмитко Е.И., в начальный период гидратации не только активно диспергирует, но и интенсивно отбирает свободную воду из бетонных смесей для образования портландита;
- дисперсность и форма заполнителей, поскольку они, по мнению Моргуна Л.В., способны регулировать скорость перехода смесей из упруго-вязкого состояния в кристаллическое.

То есть свойства пеноструктур во времени предопределены вещественным составом сырьевых компонентов, и избежать снижения упругости ценных плёнок невозможно. Поэтому для получения устойчивых пленочных структур в пенобетонных смесях следует ограничивать содержание минералов, отличающихся высокой водопотребностью и предусматривать меры, способствующие ускоренному переходу вязких контактов между компонентами твердой фазы в жесткие.

К числу таких приемов относятся:

- регламентированный минералогический состав цемента, характеризующийся пониженным содержанием трехкальциевого алюмината и трехкальциевого силиката;

- использование заполнителя с высокой удельной поверхностью для создания резервного объёма жидкой фазы, способной регулировать концентрацию ПАВ в водных плёнках;
- дисперсное армирование смесей волокнами, поскольку частицы волокнистой формы в составе пеносмесей ускоряют появление в них кристаллизационных жёстких контактов [7].

В научно-исследовательской лаборатории Донского государственного технического университета были проведены исследования по оценке влияния скорости и продолжительности перемешивания пенобетонной смеси на структурообразование пенобетона [8–11].

Во всех опытах для приготовления пенобетонной смеси применяли портландцемент без добавок активностью $R_{ц} = 40\text{--}42$ МПа, специально подготовленные пески различной гранулометрии и синтетический пенообразователь «Центрипор». Пенобетонную смесь готовили в турбулентном смесителе за один приём [12–14].

В первой серии опытов продолжительность перемешивания смеси составляла 4 минуты. Варьировалась скорость перемешивания пенобетонной смеси (500, 750, 1000, 1250, 1500 об/мин.).

На рисунке 1 (а–д) представлены фотографии структуры пенобетона (200-кратное увеличение) в зависимости от скорости (интенсивности) перемешивания смеси.

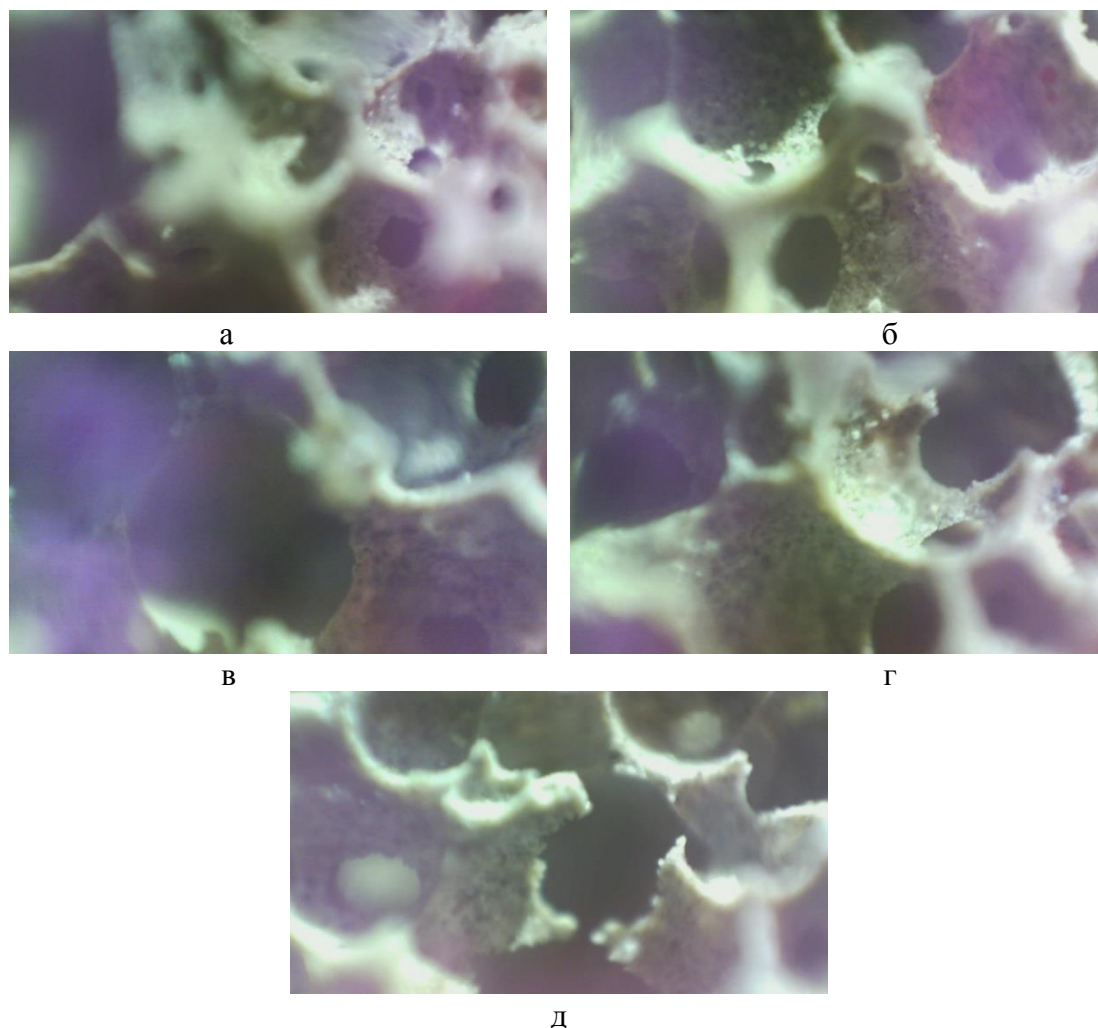


Рисунок 1. Структура пенобетона при скорости перемешивания смеси: а – 500 об/мин.; б – 750 об/мин.; в – 1000 об/мин.; г – 1250 об/мин.; д – 1500 об/мин. (составлено авторами)

Как видно из рисунка, при скоростях перемешивания 500 и 750 об/мин., структура пенобетона содержит достаточно редкие мелкие поры и соответственно широкие межпоровые перегородки.

В структуре пенобетона, полученной перемешиванием со скоростями 1250 и 1500 об/мин., наблюдается коалесценция пор, большая неоднородность межпоровых перегородок.

Структура же пенобетона, полученного при скорости перемешивания 1000 об/мин., наиболее однородна, имеет поры различного диаметра, что дает в результате высокую прочность при сжатии при сравнительно низкой средней плотности.

Установив экспериментальным путем по фотографиям структуры пенобетона, что наиболее эффективной является скорость перемешивания пенобетонной смеси, близкая к 1000 об/мин., во второй серии опытов уже варьировали продолжительность перемешивания.

Результаты проведенных исследований по оценке влияния продолжительности перемешивания пенобетонной смеси на структурообразование пенобетона представлены на рисунке 2 (а–д).

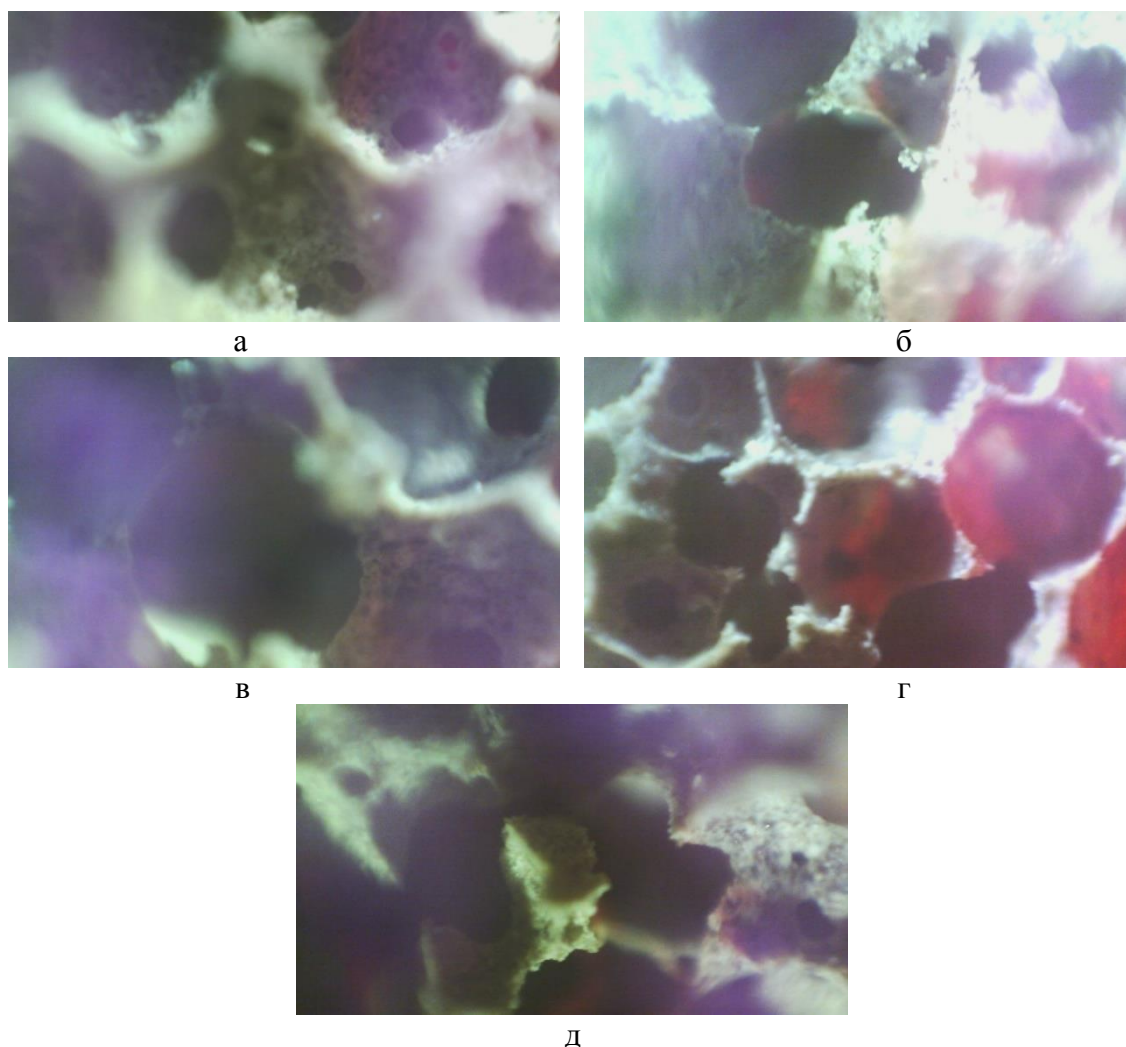


Рисунок 2. Структура пенобетона при продолжительности перемешивания смеси: а – 2 мин.; б – 3 мин.; в – 4 мин.; г – 5 мин.; д – 6 мин. (составлено авторами)

Как видно из рисунка, при продолжительности перемешивания 2 и 3 минут, структура пенобетона достаточно плотная, что подтверждают немногочисленные мелкие поры и соответственно более массивные межпоровые перегородки. При этом на некоторых участках

наблюдается коалесценция пор, что в свою очередь снижает прочностные характеристики пенобетона.

Для структуры пенобетона, полученной перемешиванием в течение 5 и 6 минут, характерна коалесценция пор, большая неоднородность межпоровых перегородок.

Структура пенобетона, полученного при длительности перемешивания 4 мин., наиболее однородна, имеет четко выраженные поры различного диаметра, не сросшиеся друг с другом.

Проанализировав фотографии структуры пенобетона в зависимости от различных технологических параметров и учитывая все вышесказанное, можно сделать следующие выводы.

1. При небольших скоростях и продолжительности перемешивания (500–750 об/мин. и 2–3 мин.) структура пенобетона неоднородна (возможно, не до конца сформирована), имеет место явление коалесценции пор, что негативно влияет на прочность пенобетона при достаточно высокой его плотности.
2. При высоких скоростях и большой продолжительности перемешивания пенобетонной смеси (1250–1500 об/мин. и 5–6 мин.) структура пенобетона также неоднородна (возможно, немного разрушена). Широко наблюдается коалесценция пор, которая существенно снижает прочность пенобетона при его невысокой плотности.
3. Наиболее же однородная структура пенобетона наблюдается при режиме перемешивания: скорость – 1000 об/мин., продолжительность – 4 мин.

Дальнейшие исследования в рассмотренном вопросе целесообразно направить на изучение иных рецептурно-технологических факторов, не рассмотренных ранее, а также уточнение рассмотренных ранее другими авторами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хежев Т.А. Отходы пиления вулканического туфа – эффективный заполнитель пенобетонов / Строительство-2006: Мат. Междунар. науч.-практ. конф. Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2006. 226 с.
2. Шахова Л.Д. Технология пенобетона. Теория и практика. Монография. М.: Издательство АСВ, 2010. 248 с.
3. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. Избранные труды. М.: Наука, 1978. 368 с.
4. Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко А.А. Технология теплоизоляционных материалов. М.: Стройиздат, 1980. 399 с.
5. Портник А.А. Все о пенобетоне. СПб.: 2003. 224 с.
6. Петров И.В., Шуйский А.И. Механизмы формирования структуры монолитных дорожных бетонов / Строительство-2006: Мат. Междунар. науч.-практ. конф. Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2006. 226 с.
7. В.Н. Моргун. Анализ свойств пленочной структуры пеносмесей / Строительство-2006: Мат. Междунар. науч.-практ. конф. Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2006. 226 с.

8. Мальцев В.Т., Ткаченко Г.А., Мальцев Н.В. О некоторых физико-химических методах воздействия на формирование структуры пенобетонов и их свойства // Инженерный вестник Дона», 2012, № 1 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/726.
9. Щербань Е.М., Гольцов Ю.И., Ткаченко Г.А., Стельмах С.А. Рецептурно-технологические факторы и их роль в формировании свойств пенобетонов, полученных из смесей, обработанных переменным электрическим полем // Инженерный вестник Дона, 2012, № 3 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/905.
10. Щербань Е.М. Регулирование структурообразования и свойств теплоизоляционных пено- и фибропенобетонов, активированных малоэнергоемким переменным электрофизическим воздействием, технологическими и рецептурными факторами: дис. ... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 2014. 216 с.
11. Стельмах С.А. Влияние параметров малоэнергоемких переменных электрических полей на свойства активированных теплоизоляционных пено- и фибропенобетонов: дис. ... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 2014. 185 с.
12. Пат. 2538567 Российская Федерация, МПК С04В 40/00, С04В 38/10. Способ изготовления строительных изделий и пенобетона / Гольцов Ю.И., Стельмах С.А., Щербань Е.М., Явруян Х.С.; заявитель и патенообладатель Ростов-на-Дону, Рост. гос. строит. ун-т. – № 2013156354/03; заявл. 18.12.13; опубл. 10.01.15. – 9 с.: ил.
13. Kearsley E.P. The use of foamcrete for affordable development in third world countries international congress, concrete in service of mankind, Scotland, June 1996.
14. Schiller K.K. Skeleton strength and critical porosity in set sulphate pasterns. British journal of applied physics. Vol 11. 1960.

Chernil'nik Andrey Aleksandrovich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: chernila_a@mail.ru

Dotsenko Natal'ya Aleksandrovna

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: natalya_1998_dotsenko@mail.ru

Ovcharov Artem Sergeevich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: artem_ovcharov12@mail.ru

Chumak Dmitrii Leonidovich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: chymak.dimm@mail.ru

Features of foam concrete structure formation depending on some technological parameters

Abstract. Rising energy costs and reduced heating costs have led to the introduction of new standards for the resistance to heat transfer of enclosing structures, which provides for the transition to mass production and use of materials with low thermal conductivity. The properties of foam structures in time are predetermined by the material composition of raw materials, and it is impossible to avoid reducing the elasticity of valuable films. The use of non-autoclaved foam concrete in construction is constrained by high shrinkage deformations and low impact resistance, causing cracks and destruction of products. It is known that the reason for many disadvantages of foam concrete is the high water content of the mortar mixture, which is a necessary condition for its porization. To obtain stable film structures in foam concrete mixtures, the content of minerals with high water demand should be limited and measures should be provided to facilitate the accelerated transition of viscous contacts between the components of the solid phase into rigid ones. In the research laboratory of the don state technical University, studies were conducted to assess the impact of the speed and duration of mixing of foam concrete mixture on the structure formation of foam concrete. The structure of foam concrete depending on various technological parameters is analyzed. In all experiments for preparation of foam concrete mix used Portland cement without additives with activity $R_{II} = 40-42$ MPa, specially prepared Sands of different granulometry and synthetic foaming agent "of Centreport". The foam concrete mixture was prepared in a turbulent mixer at one time. The speed of mixing of foam concrete mix varied. The article presents the results of the studies to assess the effect of the duration of mixing of foam concrete mixture on the structure formation of foam concrete.

Keywords: foam concrete; structure; structure formation; technological parameters; mixing speed; mixing duration; foaming agent